

*Clădiri pozitive energetic bazate
pe surse regenerabile
integrate*

RAPORT ȘTIINȚIFIC

Etapă I

Proiect nr. 52PHE/2024

CUPRINS

Listă Figuri	3
Proiectul Orizont Europa - RENplusHOMES	4
1. Rezumat	4
2. Obiective	4
3. Tehnologiile instalate la UTCN prin RENplusHOMES.....	4
4. Echipa	6
5. Rezumatul etapei în anul 2024	7
6. Descrierea științifică și tehnică	7
a) Concepul de Case Pozitive Energetic (Positive Homes.....	7
b) Comunități de energie	11
c) Studiu de caz - Modelarea unei comunități de energie localizata in zona Cluj-Napoca ...	22
7. Descriere BEMS – UTCN +senzorii achiziționați.....	28
8. Concluzii	35
Bibliografie	38
Raport publicații	39
Raport deplasare externă la Institutul Catalan de Tehnologia Construcțiilor (The Catalonia Institute of Construction Technology) Barcelona, Spania.....	41

Listă Figuri

Figura 1 Concept de Case/Locuințe cu surplus de energie (Positive Energy Homes).....	8
Figura 2 Rank-ul electrificării sistemul de transport în România	16
Figura 3 Consumul de energie electrică într-un an calendaristic, granularitate orară.....	22
Figura 4 Analiza comparativă a producției și a consumului de energie electrică	23
Figura 5 Analiza fluxului de energie dintre comunitate și rețea, în timpul zilei pe durata unui an calendaristic.....	24
Figura 6 Tested buildings from Marasti Student Campus.....	30
Figura 7 Prezentarea grafică a defalcării consumatorilor de energie electrică de la Complexul Studentesc Mărăști	32
Figura 8- Interfața BEMS Cămine Mărăști	33

Proiectul Orizont Europa - RENplusHOMES

1. Rezumat

Clădirile sunt responsabile de aproape 40% din consumul de energie și 36% din emisiile de CO₂ în UE, iar 84% din cererea lor provine încă din combustibili fosili. Având în vedere relevanța mare a sectorului clădirilor pentru reducerea emisiilor, conceptul de PEB (clădiri cu energie pozitivă) stârnește un interes tot mai mare. De asemenea, deșeurile din construcții și demolări reprezintă 35% din deșeurile UE. Proiectul european RENplusHOMES abordează tranziția durabilă prin soluții care reduc atât emisiile de carbon cât și deficitul de resurse și sărăcia energetică, promovând educația și participarea părților interesate.

2. Obiective

Obiectivul general al proiectului european RENplusHOMES este de a dezvolta o metodologie universală pentru casele și cartierele cu energie pozitivă, pentru a facilita tranziția către clădiri rezidențiale neutre din punct de vedere climatic și pozitive energetic. Dezvoltările metodologice pornesc de la cele mai recunoscute și renumite organisme de standardizare/certificare a clădirilor, precum Institutul Internațional și Hellenic PassivHaus (Austria/Germania/Grecia/Spania/Estonia), QUALITEL (Franța), RoGBC (România). Pentru a transforma o clădire într-o „clădire pozitivă”, proiectul se bazează pe un set extins și accesibil de tehnologii cheie (KTs), construind pachete tehnologice (TPs) ușor replicabile și soluții software integrate pentru a simplifica procesele, aplicabile atât pentru renovări, cât și pentru construcții noi. Tehnologiile ce urmează a fi dezvoltate în cadrul proiectului Orizont Europa, RENplusHOMES au fost selectate pentru a i) reprezenta cele mai bune practici din lumea industrială în ceea ce privește inovația (performanță, reciclabilitate, adoptare pe piață, modele de afaceri), dar și ii) pentru a sprijini dezvoltarea celor mai bune mixuri tehnologice (TMs) din punctul de vedere al generatorilor/furnizorilor. Abordarea metodologică va fi implementată și testată în 4 țări din UE și în diferite climaturi (Spania, Estonia, Austria și România), atât în construcții noi, cât și în clădiri renovate, pentru a obține surplus de energie.

3. Tehnologii instalate la UTCN prin RENplusHOMES

Geostructură energetică – perete Geotermal

Sistemele în care elementele structurale ale clădirilor sunt utilizate și ca surse de energie, au fost implementate până acum doar în clădiri noi, unde fundațiile au fost folosite pentru a crea resurse locale de energie. Sistemul de perete Geotermal instalat în cadrul proiectului european RENplusHOMES în clădirea pilot aparținând Universității Tehnice din Cluj-Napoca, respectiv căminele studențești ale universității, face parte dintr-o ramură inovativă a sistemelor de energie geotermală de mică adâncime, numită geostructuri energetice.

Soluția se referă la transformarea pereților exteriori subterani ai unei clădiri existente, într-o sursă de energie regenerabilă pentru încălzire și răcire, prin instalarea unui sistem special de țevi și configurarea acestora pe partea exterioară a pereților subterani, asigurându-se astfel

schimbul de căldură cu solul. Pereții subterani sunt ulterior conectați la o pompă de căldură sol-apă. Noutatea și principalul avantaj al acestei soluții este faptul că nu sunt necesare costuri semnificative pentru a crea sursa de energie, deoarece elementele din beton care fac parte din elementele structurale ale clădirii sunt utilizate în acest proces. Valoarea adăugată este dată de posibilitatea de a oferi clădirilor existente oportunitatea de a exploata energia geotermală într-un mod rentabil.

Această soluție inovativă a fost deja implementată la site-ul pilot și constă în transformarea pereților de subsol ai clădirii, într-un schimbător de energie, urmând a se testa performanța sa energetică într-un mediu real. Această soluție este pentru prima dată integrată într-o clădire existentă, nu a fost niciodată testată la acest nivel TRL, iar potențialul său este semnificativ în crearea de surse locale de energie regenerabilă la costuri mai mici decât sursele convenționale de energie.

Panouri fotovoltaice cu celule reciclate integrate în clădiri (BIPV)

Un panou solar are o durată de viață utilă de aproximativ 20 de ani. Având în vedere cele mai recente rapoarte ale IEA (World Energy Outlook 2021), BP (Statistical Review of World Energy 2021), ENI (World Energy Review 2021), numărul instalațiilor fotovoltaice crește într-un ritm accelerat în ultimii 3 ani. Într-un articol recent (Cleantechnica Publicat: 17 iulie 2022) s-a menționat că materialele recuperate din panourile retrase ar putea reprezenta 6% din investițiile în fotovoltaice până în 2040, comparativ cu doar 0,08% în prezent.

Deși 80% dintr-un panou fotovoltaic tipic este realizat din materiale reciclabile, demontarea acestora și recuperarea sticlei, argintului și siliciului este extrem de dificilă. Sunt necesare echipamente și lucrători specializați pentru a separa cadrul de aluminiu și cutia de conexiuni de panou, fără a-l sparge în cioburi de sticlă. În prezent, se folosesc cuptoare specializate pentru a încălzi panourile și a recupera siliciul. În majoritatea statelor, panourile sunt clasificate ca materiale periculoase, ceea ce necesită restricții costisitoare privind ambalarea, transportul și depozitarea.

O provocare pe care proiectul Orizont Europa RENplusHOMES a vizat-o, a fost reutilizarea celulelor salvate în laborator. Primul pas a fost identificarea celui mai bun proces de delaminare (mecanică sau chimică). Delaminarea chimică a luat în considerare impactul asupra mediului unde fiecare proces a fost documentat pentru a evalua amprenta de CO₂ a produsului. Folosind instrumente de micro-prototipare disponibile pe site, au fost produse noi module BIPV (Building Integrated Photovoltaic) sau BAPV (Building Attached Photovoltaics) personalizate pentru o integrare arhitecturală estetică în site-ul pilot. Testele de performanță pentru instalarea BIPV au fost efectuate mai întâi în laborator pentru a identifica cea mai bună configurație electrică iar monitorizarea performanței generale a sistemului a fost testată în laborator înainte de implementare și integrare în BEMS-urile pilotului.

Având în vedere starea actuală a tehnologiei, abordarea proiectului RENplusHOMES oferă o cale alternativă de reciclare în care celulele fotovoltaice de mare eficiență nu se pierd și sunt reutilizate panouri fotovoltaice care pot fi refoșite.

4. Echipa

Prenume și Nume	UEFISCDI ID (UEF-id) din BrainMap	Calitatea	Poziția ocupată în cadrul proiectului
Mihaela Crețu	U-1700-036Y-4008	Conferențiar	Director de proiect
Dan Doru Micu	U-1700-030M-3027	Profesor	Membru proiect - cercetător
Laura Darabant	U-1700-035Y-7756	Profesor	Membru proiect- cercetător
Denisa Șteț	U-1700-035S-9973	Conferențiar	Membru proiect- cercetător
Ștefan Cîrstea	U-1700-031W-5612	Conferențiar	Membru proiect- cercetător
Levente Czumbil	U-1700-038K-5323	Conferențiar	Membru proiect- cercetător
Andrei Ceclan	U-1700-031E-3515	Conferențiar	Membru proiect- cercetător
Dacian Jurj	U-1900-064D-1116	Cercetator postdoctoral	Membru-Cercetator postdoctoral
Alexandru Mureșsan	U-1900-062B-5257	Cercetator postdoctoral	Membru-Cercetator postdoctoral
Claudia Mureșsan	U-2100-066L-6673	Doctorand	Membru - Doctorand
Timea Farkas	U-1900-064A-3525	Doctorand	Membru - Doctorand
Alexandru-George Berciu	U-2000-065T-9726	Doctorand	Membru - Doctorand
Mircea Lăncrănjan	U-2400-070A-4092	Doctorand	Membru - Doctorand
Roxana-Valentina Briscan	U-2400-070B-4083	Masterand	Membru - Masterand

5. Rezumatul etapei în anul 2024

Etapa 1 de implementare a proiectului „Clădiri pozitive energetic bazate pe surse regenerabile integrate” a cuprins două activități principale:

Activitatea 1.1 Fidelizarea tinerilor cercetători, impulsivarea cercetătorilor cu experiență în vederea creșterii potențialului de cercetare al colectivului cu deschidere de noi oportunități de implicare în parteneriate internaționale.

În acest sens, pentru fidelizarea tinerilor cercetători s-au acordat două burse post-doctorale pe o perioadă de 5 luni jumate, respectiv o bursă pentru un student masterand pentru o perioadă de 7 luni. În cadrul acestei activități s-a realizat un studiu al literaturii de specialitate privind casele pozitive energetic, studiul fiind extins la comunități de energie, evidențiind potențialul acestora de a contribui la formarea unor Comunități Energetice Pozitive (Positive Energy Districts - PEDs) și impactul lor asupra atingerii obiectivelor de decarbonizare.

De asemenea, tot în cadrul acestei activități s-a analizat situația actuală privind sistemul de monitorizare consumuri energetice (BEMS) la nivelul site-ului pilot, Căminele Mărăști, din proiectul european RENplusHOMES. Având în vedere că, prin proiectul european a fost instalată structura geoenergetică, era necesar îmbunătățirea sistemului BEMS existent pentru a putea include și datele preluate de la noua tehnologie instalată. Astfel, a fost necesară achiziționarea în cadrul acestei etape a unui sistem nou de senzori și integrați în sistemul BEMS existent.

Activitatea 1.2 Consolidarea capacității de CDI a echipei de cercetare UTCN

În cadrul acestei activități au fost prezentate două articole la conferințele internaționale *Advancements of Medicine and Health Care through Technology – MEDITECH2024*, Cluj-Napoca, România, respectiv *Smart Energy Systems and Technologies Conference - SEST2024*, Torino, Italia, fiind publicate două articole științifice în baze de date internaționale. Tot în cadrul acestei activități, a avut loc o deplasare sediul companiei ITEC, în Barcelona, Spania, unde doi dintre membri proiectului au participat la ședințe de documentare și diseminare. S-au prezentat rezultatele obținute de membrii centrului de cercetare EnTReC (Energy Transition Research Center, aparținând Universității Tehnice din Cluj-Napoca) în proiectele de cercetare de tip Horizon2020 aflate în derulare. Au avut loc discuții tehnice privind produsele software (API, prognoză, blockchain) dezvoltate de companie care vor fi integrate în soluția RENplusHOMES instalată la pilotul UTCN; de asemenea, s-au pus bazele unei noi colaborări pe axa Horizon Europe – Smart Homes.

6. Descrierea științifică și tehnică

a) Concepul de Case Pozitive Energetic (Positive Homes

În urma analizei literaturii [1], se poate concluziona că Positive Homes/Casele pozitive energetic reprezintă o categorie de clădiri proiectate pentru a atinge un nivel avansat de eficiență energetică, oferind în același timp un confort termic ridicat și un impact minim asupra mediului. Aceste clădiri sunt concepute astfel încât să mențină condiții interioare optime de temperatură și umiditate, utilizând foarte puțină energie pentru încălzire și răcire. Principiile de bază includ o izolație termică superioară, care minimizează pierderile de căldură, și o etanșitate ridicată, ce elimină infiltrațiile necontrolate de aer. Ventilația mecanică cu recuperare de căldură asigură un flux

constant de aer proaspăt, recuperând energia din aerul evacuat, iar ferestrele eficiente, compuse din geamuri cu mai multe straturi și rame termoizolante, sunt orientate strategic pentru a maximiza câștigurile solare. Proiectarea elimină punțile termice, prevenind pierderile de căldură prin zone critice ale construcției. Performanța energetică a acestor case este remarcabilă: consumul maxim de energie pentru încălzire nu depășește 15 kWh/m²/an, iar consumul total de energie primară se limitează la 120 kWh/m²/an. Printre avantajele majore se numără reducerea costurilor cu energia, diminuarea amprentei ecologice prin utilizarea minimă a combustibililor fosili și menținerea unui confort constant în interior, indiferent de condițiile climatice externe. În plus, aceste clădiri contribuie semnificativ la atenuarea schimbărilor climatice prin reducerea emisiilor de dioxid de carbon. Casele pozitive din punct de vedere energetic sunt, astfel, o soluție sustenabilă și eficientă pentru viitor, integrând armonios eficiența energetică, confortul și protecția mediului.



Figura 1 Concept de Case/Locuințe cu surplus de energie (Positive Energy Homes)

Proiectul european RENplusHOMES reprezintă o inițiativă amplă care a evaluat și integrat opt metodologii distincte pentru promovarea clădirilor eficiente energetic în Uniunea Europeană. Această cercetare răspunde necesității stringente de a adopta practici sustenabile în construcții, în contextul schimbărilor climatice și al provocărilor privind sustenabilitatea energetică. Proiectul înglobează principiile progresive prevăzute în directivele europene, precum Directiva privind Performanța Energetică a Clădirilor (EPBD) și Directiva privind Eficiența Energetică (EED), trasând un parcurs strategic către clădiri cu aproape zero energie (nZEB) și, mai departe, clădiri cu energie pozitivă (PEB).

Prin analizarea și compararea detaliată a acestor metodologii, proiectul oferă un cadru solid pentru dezvoltarea clădirilor PEB, adaptabil la diferite zone climatice și contexte legislative din UE. Fiecare metodologie, de la concentrarea Institutului Passivhaus (PHI) asupra factorilor de Energie Primară din surse Regenerabile (PER), până la strategiile de răspuns la cerere dezvoltate de TalTech, aduce perspective și instrumente unice care contribuie la transformarea clădirilor rezidențiale în entități energetice pozitive. Elementele de bază ale acestor metodologii—principii, linii directoare, instrumente, procese de certificare și reperi de performanță—sunt armonizate pentru a crea o strategie coerentă de obținere a energiei pozitive. Aceasta include integrarea anvelopelor de clădire

performante, optimizarea sistemelor de energie verde și utilizarea unor tehnologii avansate de simulare și monitorizare. În plus, metodologiile subliniază importanța implicării părților interesate, de la factori de decizie și constructori până la rezidenți, pentru a asigura soluții viabile din punct de vedere tehnic, social și economic.

Expunând pe baza fundamentelor proiectului RENPLUSHOMES, așa cum a fost detaliat anterior, Institutul Elen pentru Case Pasive (HPHI) aplică aceste metodologii în mod specific pentru a sprijini electrificarea și dezvoltarea comunităților energetice, transformând mediul rezidențial din Grecia în Clădiri cu Energie Pozitivă (PEBs). Principiile promovate de HPHI pentru crearea Clădirilor cu Energie Pozitivă pun accent pe o abordare sistemică în proiectarea și operarea construcțiilor. Aceste principii includ:

- Primul principiu, **Eficiența energetică pe primul loc**, subliniază reducerea cererii energetice a clădirii înainte de adăugarea sistemelor regenerabile. Aceasta implică optimizarea izolației termice, etanșeitarea aerului și utilizarea aparatelor și sistemelor eficiente energetic pentru a minimiza consumul de bază.
- **Designul pasiv** valorifică arhitectura clădirii pentru a menține confortul termic cu intervenții mecanice minime. Strategiile includ utilizarea materialelor care absorb și eliberează căldură lent pentru stabilizarea temperaturii interioare, orientarea strategică a clădirii pentru maximizarea câștigurilor solare pe timp de iarnă și minimizarea supraîncălzirii vara prin dispozitive de umbră și console. De asemenea, superizolația reduce drastic pierderile de căldură în sezonul rece și câștigurile de căldură vara.
- **Sistemele de energie din surse regenerabile**, precum panourile fotovoltaice, sunt esențiale. Acestea generează energie electrică la fața locului, iar sisteme de stocare a energiei, cum ar fi bateriile, sunt integrate pentru a gestiona intermitențele surselor regenerabile, asigurând o alimentare stabilă.
- **Electrificarea aparatelor și sistemelor de încălzire/răcire** reprezintă o tranziție către alimentarea completă a clădirilor cu energie electrică, utilizând pompe de căldură, plite electrice, cuptoare și boilere. Acestea sunt mai eficiente și mai ușor alimentate din surse regenerabile decât echivalentele pe bază de gaz.
- Prin integrarea mecanismelor de **răspuns la cerere**, HPHI implementează sisteme de contorizare inteligentă și management energetic care monitorizează și controlează consumul în timp real. Aceste sisteme ajustează consumul în orele de vârf și optimizează utilizarea energiei produse local, contribuind la reducerea presiunii asupra rețelei.

În urma analizei ghidurilor elaborate de Institutul Elen pentru Case Pasive (HPHI) s-a constatat că acestea asigură că fiecare etapă a procesului de construcție, de la evaluarea inițială până la operarea pe termen lung, respectă principiile fundamentale necesare pentru realizarea Clădirilor cu Energie Pozitivă.

Procesul începe cu evaluarea clădirii, care presupune un audit energetic cuprinzător pentru identificarea tiparelor actuale de consum și a ineficiențelor. Îmbunătățirile sunt axate pe optimizarea anvelopei clădirii prin creșterea performanței izolației, îmbunătățirea calității ferestrelor și asigurarea etanșeității pentru a minimiza pierderile de energie. De asemenea, analiza climatică regională este esențială, adaptând sistemele energetice și designul clădirii la condițiile de mediu locale, cum ar fi expunerea solară, căldura și umiditatea.

După operaționalizarea clădirii, urmează etapa de monitorizare și optimizare. Sistemele de

energie din surse regenerabile sunt integrate pentru a satisface cerințele energetice ajustate ale clădirii. Raportul dintre cererea de energie și producție este analizat constant pentru a asigura o alimentare adecvată pe parcursul întregului an. Impactul modificărilor structurale, precum adăugarea de etaje, este evaluat pentru a înțelege cum influențează potențialul de generare a energiei și profilul energetic global al clădirii. Monitorizarea continuă prin tehnologii avansate de senzori oferă feedback în timp real, permițând ajustări constante pentru a maximiza eficiența și performanța sistemelor.

Un alt aspect cheie al ghidurilor este educarea și implicarea locatarilor. Programele educaționale sunt concepute pentru a informa rezidenții despre beneficiile eficienței energetice și utilizarea optimă a noilor sisteme. Aceasta creează un mediu colaborativ în care locatarii devin participanți activi în atingerea și menținerea obiectivelor energetice.

Din punct de vedere economic, viabilitatea proiectelor este esențială. Acest lucru presupune efectuarea unor analize detaliate cost-beneficiu pentru a evalua investiția inițială în raport cu economiile și câștigurile economice pe termen lung rezultate din reducerea cheltuielilor cu energia. Considerațiile legate de politici și reglementări sunt integrate în aceste analize pentru a valorifica stimulentele, subvențiile sau granturile disponibile care pot compensa costurile inițiale și pot spori atractivitatea financiară a proiectelor. Promovarea unor politici de sprijin care să încurajeze energia verde și eficiența energetică face parte din strategia de asigurare a sustenabilității și extinderii inițiativelor pe termen lung.

Institutul Elen pentru Case Pasive (HPHI) urmărește avansarea principiilor standardului Passivhaus, cu scopul de a crea un mediu construit care pune accent pe eficiență energetică, sustenabilitate și performanță pozitivă pe termen lung. Strategia HPHI este aliniată cu obiectivele Uniunii Europene pentru 2050 și presupune îmbunătățiri legislative, economice, tehnice și educaționale pentru a transforma mediul construit din Grecia într-un exemplu de sustenabilitate. Primul pas constă în îmbunătățirea Codurilor și standardelor de construcție, prin integrarea criteriilor Passivhaus. Acțiunile necesare includ promovarea includerii acestor criterii în reglementările naționale și locale, colaborarea cu factorii de decizie pentru stabilirea unor repere obligatorii de performanță energetică pentru clădiri noi și renovări, și implementarea programelor de certificare pentru profesioniști pentru a asigura conformitatea și competența în designul și construcția eficientă energetic.

După stabilirea unui cadru legal favorabil, următorul pas este încurajarea adoptării practicilor eficiente energetic prin stimulente economice. HPHI ar putea propune credite fiscale, granturi și împrumuturi cu dobândă redusă pentru proiectele care respectă sau depășesc standardele Passivhaus. În plus, institutele ar putea dezvolta scheme de finanțare pentru cercetare și dezvoltare în tehnologii și materiale inovatoare, precum și să faciliteze parteneriate public-private pentru implementarea la scară largă a proiectelor de construcție sustenabilă, cum ar fi proiectul Tavros.

După ce fundamentele economice sunt asigurate, devine esențială monitorizarea și raportarea performanței energetice. Acest proces implică implementarea auditurilor energetice obligatorii, utilizarea dispozitivelor de monitorizare și certificare pentru clădiri, crearea unei baze de date transparente pentru urmărirea consumului și economiilor de energie și actualizarea regulată a reglementărilor pe baza datelor și avansurilor tehnologice.

Pe termen lung, un pas crucial este creșterea gradului de conștientizare și consolidarea capacității în rândul industriei de construcții și al publicului general. Acest lucru ar putea include dezvoltarea materialelor educaționale, organizarea de ateliere și seminare pentru arhitecți,

constructori și dezvoltatori, și lansarea de campanii de informare publică pentru a evidenția importanța eficienței energetice și practicilor sustenabile.

Pentru a depăși provocările legate de reglementări, finanțare, aspecte tehnice, bariere culturale și infrastructură, HPFI recomandă: simplificarea procedurilor administrative, colaborarea între nivelurile de guvernare, acordarea de stimulente financiare substanțiale, atragerea finanțărilor internaționale și dezvoltarea expertizei locale. De asemenea, este necesară adaptarea tehnologiilor la condițiile specifice ale Greciei, prioritizarea reabilitării clădirilor ineficiente energetic, modernizarea rețelei electrice și integrarea noilor tehnologii cu stilurile arhitecturale tradiționale grecești.

Astfel, strategia HPFI pentru eficiență energetică și sustenabilitate în mediul construit grec vizează un echilibru între soluții tehnice, suport legislativ, stimulente economice și implicarea comunității pentru a atinge obiectivele de energie pozitivă pe termen lung.

Principalele concluzii ale analizei caselor pasive în proiect evidențiază strategii adaptate la contextul climatic. În climatul rece, utilizarea anvelopelor performante reduce semnificativ cererea de PER, iar integrarea unor sisteme fotovoltaice (PV) mai mari crește generarea de energie din surse regenerabile, îmbunătățind autosuficiența energetică. De exemplu, configurațiile Passivhaus cu câmpuri PV extinse au demonstrat un bilanț energetic pozitiv, evidențiind importanța acestor elemente pentru reducerea nevoilor infrastructurii energetice și a emisiilor.

În climatele calde, studiile au arătat că cererea de răcire reprezintă o provocare semnificativă, cu un consum de bază de 13,5 kWh/m² anual. Creșterea temperaturilor medii vara, cauzată de încălzirea globală, amplifică această cerere, subliniind necesitatea unor strategii eficiente de răcire pasivă și activă. Soluțiile energetice adaptate sunt esențiale pentru a aborda aceste provocări într-un mod sustenabil. În urma finalizării studiului, proiectul RENplusHOMES a creat un cadru detaliat și flexibil pentru implementarea clădirilor eficiente energetic și pozitive în întreaga Uniune Europeană. Acest cadru contribuie la obiectivele UE privind sustenabilitatea energetică și schimbările climatice, oferind soluții adaptabile pentru clădirile rezidențiale din diverse regiuni.

b) Comunități de energie

În cadrul cercetării realizate, s-a acordat o atenție deosebită rolului comunităților energetice în tranziția energetică a României. Comunitățile energetice reprezintă un instrument esențial pentru integrarea consumatorilor finali în piața de energie, transformându-i în actori activi. În ciuda recunoașterii legale a acestora prin transpunerea Directivei RED III respective RED III, lipsa normelor tehnice de aplicare și a sprijinului financiar dedicat limitează implementarea practică a conceptului. Studiul a inclus analiza mecanismelor de implicare a comunităților, cum ar fi prosumatorii și cooperativele energetice, evidențiind potențialul acestora de a contribui la formarea unor Comunități Energetice Pozitive (Positive Energy Districts - PEDs) și impactul lor asupra atingerii obiectivelor de decarbonizare. Casele pasive joacă un rol important în vederea dezvoltării unei comunități de energie întrucât caracteristicile prezentate în capitolul anterior facilitează evoluția acestora spre Comunități Energetice Pozitive.

Evaluarea cadrului legislativ și a contextului operațional

Cadrul legislativ actual care reglementează Comunitățile de energie a cetățenilor (CEC) din România este reprezentat de Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 143/2021 („OUG 143”), care a

transpus Directiva referitoare la piața de energie electrică în legislația națională prin modificarea și completarea Legii nr. 123/2012 privind energia electrică și gazele („Legea 123”). Această lege stabilește cadrul legal actual pentru CEC-uri, printr-o definiție și un singur articol (articolul 63¹).

La un an distanță, Ordonanța de Urgență nr. 163/2022 („OUG 163”) a transpus în legislația națională prevederile Directivei RED II, conturând regimul juridic al Comunităților de energie din surse regenerabile (CER), de asemenea exclusiv printr-o definiție și un articol (articolul 22 din OUG 163).

Legislația națională conferă Autorității Naționale de Reglementare în domeniul Energiei (ANRE) competența de a dezvolta legislația secundară aferentă CEC și CER, ținând cont de particularitățile acestor comunități.

În contextul CER, articolul 22, alineatul 3 din OUG 163 stipulează că Ministerul Energiei (ME) este responsabil de coordonarea evaluării barierelor existente și a potențialului național de dezvoltare al CER.

Deși definițiile CEC și CER din actele normative menționate se suprapun semnificativ, având în vedere că ambele se constituie ca persoane juridice bazate pe participare voluntară și deschisă, controlate efectiv de membri sau acționari persoane fizice, autorități locale, inclusiv municipalități și întreprinderi mici și mijlocii (IMM-uri), OUG 163 subliniază că CER-urile sunt controlate într-o manieră mai strictă de către acționarii și membrii situați în proximitatea proiectelor de energie verde, fără a impune o cerință similară pentru membrii CEC.

Atât membrii CEC, cât și cei ai CER își pot menține drepturile și obligațiile în calitate de clienți activi, așa cum sunt aceștia definiți de Legea 123. Întrucât nu a existat un alt concept preexistent în România, comunitățile de energie beneficiază, prin urmare, de o reglementare juridică, ca CEC începând din 2021, respectiv ca REC începând cu 2022.

Comunitățile de energie din surse regenerabile pot include printre acționarii lor microîntreprinderi, precum și întreprinderi mici și mijlocii – definite ca fiind acele întreprinderi care au mai puțin de 250 de angajați și care au fie o cifră de afaceri anuală netă care nu depășește echivalentul în lei a 50 milioane euro, fie dețin active totale care nu depășesc echivalentul în lei a 43 milioane euro.

În contrast, Comunitățile de energie a cetățenilor limitează calitatea de membru la întreprinderile cu mai puțin de 50 de angajați și o cifră de afaceri anuală sau un bilanț anual total care să nu depășească 10 milioane de euro. Aceasta poate reprezenta o oportunitate pentru companiile de utilități publice deținute de autoritățile locale, dacă sunt considerate IMM-uri, în scopul de a satisface nevoile energetice pentru iluminatul stradal, clădirile publice, transportul public etc. Atât CER-urile cât și CEC-urile se întrepătrund în ceea ce privește obiectivul lor primordial, acela de a oferi comunității avantaje economice, sociale (diminuarea sărăciei energetice) sau de mediu (contribuția la tranziția energetică spre neutralitatea climatică) pentru acționarii sau membrii lor, precum și pentru zonele locale în care activează, în detrimentul profitului financiar.

După cum sa subliniat mai sus, CEC-urile și CER-urile din România beneficiază în prezent de o descriere generală a principalelor lor caracteristici în legislația primară – Legea 123 pentru CEC și OUG 163 pentru CER – ambele servind ca o reflectare directă a Directivei pieței de energie electrică și a Directivei RED II. Cu toate acestea, până în prezent, nu a fost adoptată legislația secundară pentru a aborda provocările practice de implementare cu care se confruntă CEC și CER. Această absență a unor reglementări specifice și operaționale ulterioare a împiedicat înființarea și funcționarea efectivă a acestor comunități energetice în cadrul pieței energetice din România.

Analiza mecanismelor de implicare a comunităților

Prosumatorii au reprezentat un punct central al cercetării. La sfârșitul anului 2023, România înregistra peste 110.000 prosumatori, cu o capacitate instalată cumulată de peste 1.400 MW, depășind producția centralei nucleare de la Cernavodă. Acest progres a fost atribuit creșterii prețurilor la energie, conștientizării publice și suportului guvernamental pentru investițiile în surse regenerabile. Pe parcursul cercetării, s-au analizat reglementările care guvernează prosumatorii, inclusiv Legea nr. 220/2008, schema de net metering și certificarea acestora de către ANRE. Totuși, s-a constatat că lipsa unui mecanism de agregare a prosumatorilor la nivel geografic împiedică integrarea acestora în PED-uri.

Cooperativele energetice au fost, de asemenea, analizate din perspectiva eficienței lor în implicarea comunităților. Deși acest model a fost adaptat din experiența Spaniei, implementarea lui în România este limitată de bariere tehnice și economice. Un exemplu remarcabil este cooperativa care a reușit să tranzacționeze 2 GWh de energie verde în 2023, demonstrând potențialul acestui model pentru consolidarea pieței locale de energie. Totuși, cercetarea a arătat că orientarea spre profit, în detrimentul schimbului de energie între membri, limitează scopul cooperativelor energetice în contextul comunităților energetice. **Cooperativa de Energie** este prima inițiativă de cooperativă energetică din România, oferind un exemplu inovator de implicare activă a comunităților locale în tranziția energetică. Înființată pentru a facilita tranzacțiile de energie verde produse local între membri, cooperativa a atras peste 410 membri activi și, în anul 2023, a tranzacționat cu succes 2 GWh de energie verde. Această performanță evidențiază potențialul semnificativ al cooperativelor de a contribui la atingerea obiectivelor naționale de decarbonizare. Modelul funcțional al Cooperativei de Energie se bazează pe investițiile membrilor, care primesc dividende financiare, susținând în același timp valorile comunității și utilizarea responsabilă a resurselor regenerabile. Prin abordarea sa, cooperativa a demonstrat că astfel de inițiative pot avea succes chiar și în contextul provocărilor legislative și financiare actuale din România. Cooperativa de Energie din România este membră a [REScoop](#), rețeaua europeană a cooperativelor de energie care reunește peste 1.900 de cooperative și peste 1 milion de cetățeni implicați activ în tranziția către surse regenerabile de energie. REScoop sprijină cooperativa din România prin furnizarea de resurse educaționale, sprijin tehnic și acces la o platformă europeană pentru schimbul de bune practici și expertiză. Prin această afiliere, Cooperativa de Energie beneficiază de un cadru extins pentru dezvoltarea capacităților sale operaționale și legislative, precum și pentru reprezentarea intereselor sale la nivel european. REScoop promovează o viziune a unui sistem energetic descentralizat și participativ, în care cetățenii sunt nu doar consumatori, ci și producători activi de energie, contribuind la crearea unui model sustenabil economic și ecologic. Afilierea Cooperativei de Energie la REScoop demonstrează adaptabilitatea modelului european de cooperativism energetic în contextul local din România, oferind totodată un exemplu de integrare a principiilor europene în proiectele comunitare naționale.

Comunitățile energetice au fost evaluate ca mecanism de participare colectivă la piața de energie, însă cercetarea a evidențiat multiple obstacole. Deși legislația națională recunoaște conceptul, lipsa unor programe dedicate de finanțare și sprijin informațional îngreunează implementarea acestora. Studiul a identificat că tehnologia preferată în comunitățile energetice din România este fotovoltaica,

cu doar un singur proiect bazat pe utilizarea biomasei pentru energie termică. Prioritatea principală a acestor inițiative este combaterea sărăciei energetice, diferențiindu-se de tendințele europene care pun accent pe motivația ecologică.

Analiza Nivelului de Pregătire Tehnologică a României pentru Implementarea Comunităților Energetice

Implementarea comunităților energetice în România depinde în mod direct de nivelul de pregătire tehnologică al sistemului energetic național, inclusiv digitalizarea rețelelor de distribuție, interoperabilitatea infrastructurii și integrarea noilor tehnologii. Acest capitol detaliază o analiză realizată pe parcursul unui an, concentrându-se pe modul în care utilizarea contoarelor inteligente, digitalizarea sistemelor și politicile conexe sprijină (sau limitează) formarea comunităților energetice. Cercetarea subliniază provocările și oportunitățile pe care le prezintă actuala etapă de tranziție energetică din România.

- Contoarele inteligente: bază pentru ecosistemele energetice modern

Contoarele inteligente constituie un element fundamental al sistemelor energetice moderne, fiind introduse în rețelele de distribuție din România prin intermediul unor proiecte pilot succesive. Aceste proiecte au avut ca obiectiv principal sprijinirea autorităților de reglementare în înțelegerea beneficiilor aduse de această tehnologie. Totuși, planurile de instalare aprobate într-un mod aleatoriu și neuniform în teritoriu nu au permis obținerea unor rezultate clare și uniforme. Această abordare fragmentată a dus la întârzieri în obținerea unei mase critice de dispozitive instalate, esențială pentru modernizarea și eficientizarea managementului energetic. În comparație, sistemele energetice moderne din Europa de Vest se pregătesc deja să înlocuiască prima generație de contoare inteligente cu modele mai avansate și mai eficiente. În România, [calendarul de implementare aprobat de autorități](#) prevede extinderea utilizării contoarelor inteligente până în 2028, cu rate de penetrare cuprinse între 33% și 70%, în funcție de zona de distribuție. Acest ritm lent de adoptare limitează semnificativ beneficiile tehnologice, precum monitorizarea consumului în timp real și optimizarea fluxurilor de energie, care ar fi fost posibile cu o implementare mai rapidă și mai cuprinzătoare.

- Digitalizarea și interoperabilitatea în sectorul energetic

Deși tehnologiile emergente constituie o preocupare recentă, digitalizarea reprezintă o componentă de bază care influențează sectorul energetic românesc. Rețelele operatorului de transport Transelectrica și cele ale distribuitorilor de energie electrică au fost supuse unor transformări digitale semnificative în ultimii ani. Printre tehnologiile implementate se numără sistemele SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), care permit monitorizarea și gestionarea la distanță a rețelelor, dar și proiecte complexe de investiții în securitatea cibernetică, standardele Smart Grid și sisteme avansate de management al activelor.

În ciuda acestor progrese, cercetarea a arătat că investițiile planificate pentru digitalizare sunt limitate și adesea prudente. Autoritățile de reglementare invocă constrângerile financiare ale

consumatorilor ca principal obstacol în accelerarea tranziției digitale. Deși aceste argumente sunt valabile, analiza pe termen lung demonstrează că digitalizarea oferă beneficii semnificative, precum reducerea costurilor asociate citirilor manuale ale contoarelor, remedierea avariilor și eficientizarea consumului energetic. Încetinirea procesului de digitalizare riscă să majoreze costurile viitoare, reducând competitivitatea sistemului energetic românesc.

Un punct forte al sistemului energetic românesc în ultimii ani este creșterea exponențială a numărului de prosumatori. România înregistrează cea mai mare creștere procentuală din Uniunea Europeană în această privință. Prosumatorii beneficiază de avantaje precum scutirea de taxe de distribuție și transport pentru energia injectată în rețea, precum și de scheme de compensație definite legal. Totuși, procesul de digitalizare a sistemului energetic, la nivel de distribuție, rămâne concentrat pe integrarea prosumatorilor în rețea. Mai recent, discuțiile s-au extins asupra comunităților energetice și asupra modului în care cadrul legislativ poate deveni mai fluid pentru a permite formarea și funcționarea acestora. Lipsa de interoperabilitate și de digitalizare completă a rețelelor face dificilă gestionarea integrată a comunităților energetice, limitând astfel potențialul lor de a contribui la atingerea obiectivelor de decarbonizare.

Analiza realizată în cadrul acestui capitol arată că România face pași importanți, dar insuficienți, către modernizarea și digitalizarea sistemului său energetic. Integrarea contoarelor inteligente, extinderea infrastructurii SCADA și promovarea interoperabilității rețelelor sunt fundamentale pentru implementarea comunităților energetice. Totuși, provocările legislative și financiare rămân obstacole semnificative care necesită soluții concrete și accelerarea investițiilor. Numai printr-o abordare coordonată și integrată România va putea să valorifice pe deplin potențialul comunităților energetice în tranziția energetică.

Mobilitatea Verde ca Parte Integrantă a Comunităților Energetice

Mobilitatea verde joacă un rol important în cadrul comunităților energetice, contribuind atât la reducerea emisiilor de CO₂, cât și la optimizarea bilanțului energetic local. În ultimii ani, inițiativele din România pentru adoptarea vehiculelor electrice (EV) și extinderea infrastructurii de încărcare s-au intensificat, reflectând o creștere a conștientizării impactului negativ al transportului convențional asupra mediului. Mobilitatea electrică este un element strategic în contextul tranziției energetice, fiind un domeniu în care România își propune să devină lider regional prin măsuri dedicate de sprijin și dezvoltare.

Sustainable Fleet Management



Figura 2 Rank-ul electrificării sistemul de transport in Romania

În prezent, România dispune de peste 3.300 de stații de încărcare pentru vehiculele electrice, o cifră încă modestă comparativ cu potențialul său și cu nevoile pieței. Extinderea rețelei de stații de încărcare este un proces continuu, susținut atât de inițiative publice, cât și de investiții private. Acest demers include amplasarea de stații de încărcare în centre urbane și de-a lungul autostrăzilor, permițând deplasări pe distanțe lungi și promovând integrarea vehiculelor electrice în rutina zilnică a utilizatorilor.

În plus, guvernul român a introdus [subvenții](#) și facilități fiscale¹ pentru instalarea infrastructurii de încărcare la proprietăți rezidențiale și comerciale, stimulând implicarea sectorului privat. Aceste măsuri sunt esențiale pentru conectarea vehiculelor electrice la rețelele energetice ale comunităților, facilitând o utilizare mai eficientă a energiei verzi și contribuind la gestionarea cererii de energie.

In urma studiilor realizate in cadrul proiectului, România se află într-un proces de tranziție accelerată către transportul verde, integrând vehicule electrice și soluții de transport public ecologice în orașele mari și mici. Până în prezent, aproximativ 500 de autobuze electrice operează în 21 de orașe din țară, inclusiv București, Brașov și Timișoara. De asemenea, Ministerul Dezvoltării Regionale și Administrației Publice a achiziționat autobuze electrice suplimentare pentru orașele mai mici, cum ar fi Alexandria, Constanța și Focșani. Aceste inițiative sunt completate de dezvoltarea infrastructurii de încărcare necesare pentru operarea autobuzelor electrice.

În paralel, industria locală contribuie la această transformare prin producția de autobuze electrice, cum ar fi ATP Bus e-UpCity, primul autobuz electric fabricat integral în România. Acest vehicul se află în prezent în faza de testare în mai multe orașe, marcând un pas important spre consolidarea

¹ https://www.cdep.ro/intranet/docs_dip/13431_facilitati%20statii%20electrice_final.pdf

industrii autohtone în domeniul mobilității sustenabile.

Se concluzionează ca integrarea vehiculelor electrice în comunitățile energetice oferă oportunități semnificative pentru optimizarea bilanțului energetic local. Stațiile de încărcare pot funcționa ca puncte de consum și stocare temporară a energiei, utilizând surplusurile de energie verde generata de prosumatori. Acest mecanism contribuie la echilibrarea cererii și ofertei de energie în timp real, sporind eficiența și stabilitatea sistemului energetic.

În plus, utilizarea vehiculelor electrice în cadrul comunităților energetice poate servi drept catalizator pentru reducerea dependenței de combustibili fosili și pentru promovarea unei economii circulare. Prin crearea unui ecosistem integrat, în care energia verde alimentează mobilitatea electrică, comunitățile energetice pot deveni exemple de bune practici în tranziția către neutralitatea climatică.

Cercetarea desfășurată a evidențiat importanța fiecărui element individual analizat – de la digitalizare și mobilitate verde, până la infrastructura pentru vehicule electrice și implementarea contoarelor inteligente – în atingerea obiectivelor de tranziție energetică. Totuși, pentru a valorifica pe deplin aceste componente, este esențial ca ele să fie integrate într-o structură organizată și coerentă. **Comunitățile de energie reprezintă** cea mai avansată formă de organizare din punct de vedere energetic, permițând utilizatorilor (rezidențiali, comerciali, autorități publice locale) să devină participanți activi în producția, stocarea, furnizarea și consumul de energie, contribuind activ la reducerea emisiilor și creșterea sustenabilității economice.

Mai mult, rezultatele cercetării arată ca o comunitate de energie bine structurată trebuie să fie caracterizată printr-o integrare profundă a surselor regenerabile de energie, a infrastructurii digitale și a mobilității electrice. Într-un scenariu tehnologic avansat, toate clădirile din comunitate sunt echipate cu, contoare inteligente care colectează și transmit date în timp real, facilitând monitorizarea și gestionarea consumului energetic. Prosumatorii, ca parte integrantă a comunității, contribuie cu energie generată din surse curate, iar surplusul de energie este stocat în baterii locale sau redistribuit prin intermediul unor piețe de energie peer-to-peer. În plus, vehiculele electrice devin nu doar mijloace de transport, ci și componente active ale sistemului energetic, fiind utilizate și pentru stocarea energiei în momentele de vârf.

Pentru a transforma comunitățile de energie dintr-un concept teoretic în realitate practică, este necesar un cadru legislativ clar și flexibil. În România, dezvoltarea reglementărilor care să permită schimbul de energie între consumatori și să faciliteze schemele de consum colectiv este esențială. Totodată, proiectele precum „Energy Communities Repository” oferă oportunități pentru dezvoltarea unor instrumente digitale și ghiduri de implementare, care pot sprijini comunitățile locale să adopte modele de afaceri bazate pe date. Integrarea mobilității electrice în comunitățile de energie reprezintă un alt aspect esențial. Stațiile de încărcare trebuie să fie amplasate strategic, astfel încât să faciliteze utilizarea vehiculelor electrice atât pentru transport personal, cât și pentru cel public. De asemenea, investițiile în infrastructură digitală, precum extinderea sistemelor SCADA și utilizarea inteligenței artificiale, vor contribui la gestionarea autonomă și eficientă a fluxurilor de energie. În plus, introducerea unor „regulatory sandboxes” poate accelera procesul de implementare prin testarea unor soluții inovatoare într-un mediu controlat. Aceste cadre experimentale sunt ideale pentru dezvoltarea piețelor de energie flexibile și pentru testarea unor noi modele de consum colectiv.

Chestionarul dezvoltat de echipa de proiect este conceput pentru a colecta date esențiale și structurate despre o regiune geografică prestabilită (localitate, cartier, comună, sat), în vederea evaluării gradului de pregătire tehnologică pentru transformarea într-o comunitate de energie. Informațiile obținute permit o analiză detaliată și multidimensională a parametrilor economici, tehnologici, și energetici, necesară pentru a determina fezabilitatea tehnică și economică a proiectului. Totodată, datele furnizate contribuie la identificarea strategiilor de optimizare a consumului și producției de energie în cadrul comunității.

Secțiunea I – Date de identificare

Această secțiune oferă o bază de date primară, incluzând descrierea geografică și demografică a comunității analizate. Informațiile precum adresa, datele de contact și website-ul comunității sunt necesare pentru identificarea clară a subiectului analizei și pentru stabilirea contextului specific în care urmează să fie implementată strategia energetică. Descrierea geografică ajută la determinarea resurselor naturale disponibile, cum ar fi potențialul solar, eolian sau hidrolic, care pot influența viabilitatea energetică a proiectului.

Secțiunea II – Informații financiare

Parametrii financiari ai unității administrative teritoriale (UAT), cum ar fi veniturile și cheltuielile anuale, sunt critici pentru a stabili capacitatea economică a comunității de a implementa și susține infrastructura necesară. Fondurile europene contractate și utilizate în ultimele 12 luni indică disponibilitatea și istoricul accesării resurselor financiare externe, o componentă esențială în finanțarea proiectelor de energie produsă din surse regenerabile. Aceste date oferă indicii despre viabilitatea economică a investițiilor și capacitatea de a atrage finanțare suplimentară.

Secțiunea III – Poziționarea tehnologică a comunității de energie

Gradul de adopție a contorizării digitale (smart metering) pentru diverse categorii de consumatori (rezidențiali, comerciali, clădiri publice) reflectă nivelul de modernizare al infrastructurii electrice din comunitate. Contorizarea inteligentă permite monitorizarea în timp real a consumului și producției de energie, esențială pentru optimizarea fluxurilor energetice și pentru integrarea sistemelor de producție regenerabilă. Acest indicator influențează direct capacitatea comunității de a deveni una autonomă energetic, bazată pe distribuție inteligentă și echilibrare în timp real.

Secțiunea IV – Producerea și consumul de energie

Această secțiune detaliază structura de producție și consum energetic a comunității, incluzând sursele de energie produsă din surse regenerabile. Separarea prosumatorilor în rezidențiali, publici și comerciali permite o analiză detaliată a cererii și ofertei pe categorii, în timp ce integrarea datelor despre stocarea energiei și vehiculele electrice oferă o imagine completă a infrastructurii existente. De asemenea, analiza granulară a importului și exportului de energie contribuie la modelarea fluxurilor energetice în timp real și la crearea unor scenarii de optimizare a interacțiunii cu rețeaua.

Secțiunea V – Date despre clădiri

Caracteristicile clădirilor (publice, rezidențiale, comerciale), cum ar fi suprafața, clasa energetică și materialele de construcție, influențează semnificativ consumul energetic. Evaluarea acestor parametri permite identificarea măsurilor necesare de eficiență energetică, precum izolarea termică sau modernizarea sistemelor de încălzire și răcire. Aceste date sunt fundamentale pentru calcularea cererii energetice viitoare și pentru dimensionarea corectă a capacităților de producție și stocare.

CHESTIONAR – Model propus

Gradul TEHNOLOGIC de pregătire al localității/cartierului/comunei/satului/zona geografică prestabilită pentru transformarea în Comunitate de Energie

I. Date de identificare

COMUNITATEA:

Descrierea succintă a zonei geografice analizate:

Adresă:

Oraș / Țară:

Website:

Tel:

Email:

II. Informații financiare

Venituri totale UAT an fiscal anterior [lei/an]	
Cheltuieli totale UAT an fiscal anterior [lei/an]	
Total fonduri europene contractate în ultimele 12 luni calendaristice, UAT [lei/an]	
Total fonduri Europene cheltuite în ultimele 12 luni calendaristice, UAT [lei/an]	

III. Poziționarea Tehnologică a Comunității de Energie

Tehnologie	[%] ²
Grad de adopție contorizare digitală (smart metering energie electrică) - Rezidențiali	
Grad de adopție contorizare digitală (smart metering energie electrică) - Clădiri publice (primărie, școli, altele)	
Grad de adopție contorizare digitală (smart metering energie electrică) - Comercial	

IV. Producerea și consumul de energie

Producție de Energie	Număr Unități	Putere Instalată Totală [kWp]	Cantitate Produsă [kWh/an]
Prosumatori Rezidențiali			
Sursa: Centrale Electrice Eoliene			
Sursa: Centrale Electrice Fotovoltaice			
Sursa: Energie geotermală (pompă de căldură)			
Sursa: Hidrocentrală			
Sursa: Biomasă			
Sursa: Energie din deșeuri			
Sursa: Hidrogen			
Prosumatori Clădiri Publice (Primărie)			
Sursa: Centrale Eoliene			
Sursa: Centrale Fotovoltaice			
Sursa: Energie geotermală (pompă de căldură)			
Sursa: Hidrocentrala			
Sursa: Biomasă			
Sursa: Energie din deșeuri			
Sursa: Hidrogen			
Putere instalată planificată, finanțată prin contract semnat			
[Tip sursă]			
[Tip sursă]			
[Tip sursă]			
Prosumatori Comerciali			
Sursa: Centrale Eoliene			
Sursa: Centrale Fotovoltaice			
Sursa: Energie geotermală (pompă de căldură etc)			

² Procentul contoarelor digitale din total contoare (energie electrică)

Sursa: Hidrocentrală			
Sursa: Biomasă			
Sursa: Energie din deșeuri			
Sursa: Hidrogen			

Consum de Energie Electrică	Număr Unități	Cantitate Totală Consumată [kWh/an]	Cost Unitar Mediu Energie Electrică [lei/kWh/an]	Grad Adopție Smart Meetering [%]
Locuri de consum rezidențiale				
Locuri de consum „comercial”				
Locuri de consum „public” (Primărie)				
Vehicule Electrice Private				
Vehicule Electrice Comerciale				
Vehicule Electrice ale Primăriei				
Stații de Încărcare Vehicule Electrice private (rezidențial)				
Stații de Încărcare Vehicule Electrice deținute de Primărie (public sau in utilizare privata)				

Consum de Energie termică	Număr Unități	Tip de energie primară utilizată	Cantitate Totală Consumată [kWh]	Cost Unitar Mediu Energie Electrică [lei/kWh]
Locuri de consum rezidențiale				
Locuri de consum „comercial”				
Locuri de consum „public” (Primărie, școli, etc.)				

Unități de Stocare	Număr Unități	Capacitate Stocare (kWh)
Prosumatori rezidențiali cu stocare		
Prosumatori comerciali cu stocare		
Prosumatori publici cu stocare (Primărie)		
Stocare centralizată		

IV. Date despre clădiri³

1. Numărul de clădiri publice și suprafața lor
2. Clasa energetică a clădirilor publice (sau materialul și anul construcției).

³ Informația se poate organiza tabelar sau se poate oferi un extras din Registrul Clădirilor, dacă există la nivelul primăriei un astfel de registru.

Nr. Ctr.	Denumire Cladire	Suprafata [mp]	Clasa Energetica
1			
2			

...

3. Numărul de clădiri rezidențiale și suprafața lor medie/ totală

Nr. Ctr.	Număr Clădiri Rezidențiale	Suprafață Medie [mp]	Suprafață totală [mp]
1			

4. Numărul de clădiri comerciale și suprafața lor medie/ totală

Nr. Ctr.	Număr Clădiri Comerciale	Suprafață Medie [mp]	Suprafață totală [mp]
1			

Colectarea acestor informații prin intermediul chestionarului este un pas esențial pentru proiectarea unei comunități de energie eficiente și sustenabile. Datele permit analiza granulară a fluxurilor energetice și economice, corelarea dintre producție și consum, și dimensionarea infrastructurii necesare. Prin integrarea acestor parametri într-o analiză complexă, se pot evita dezechilibrele energetice și financiare, asigurând succesul și sustenabilitatea proiectului pe termen lung.

c) Studiu de caz - Modelarea unei comunități de energie localizata in zona Cluj-Napoca

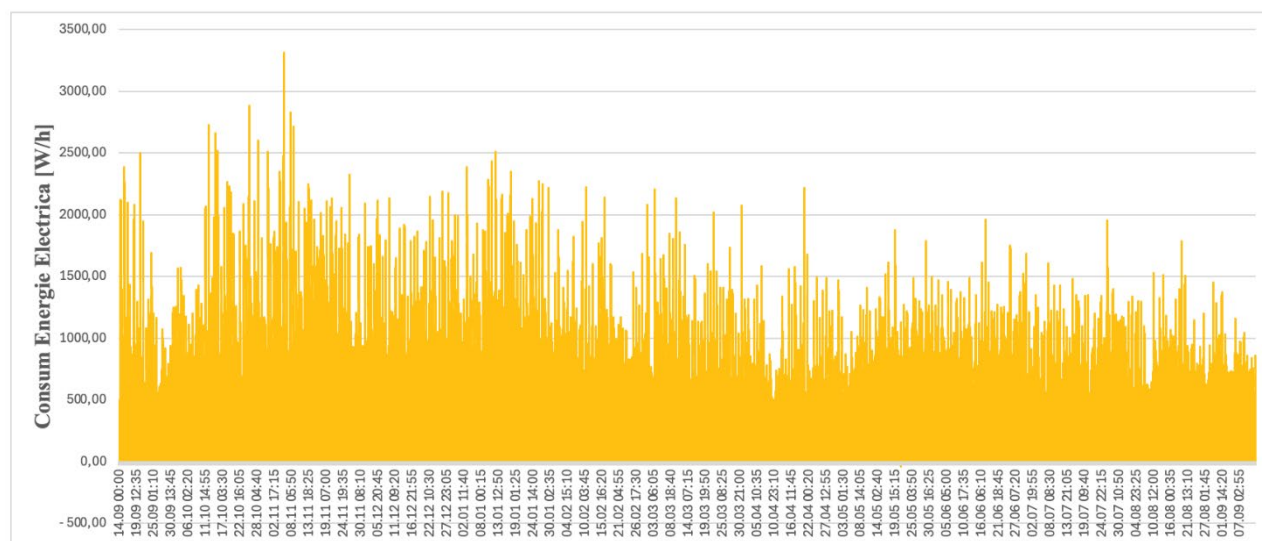


Figura 3 Consumul de energie electrica intr-un an calendaristic, granularitate orara

Graficul din Figura 3 evidențiază profilul temporal al consumului de energie electrică exprimat în [Wh] pe parcursul unei perioade extinse. Din analiza detaliată, se pot observa variații semnificative ale consumului, caracterizate de fluctuații diurne și sezoniere, care indică un consum

dependent atât de factori comportamentali ai utilizatorilor, cât și de condiții externe precum temperaturile ambientale sau activitățile specifice.

Consumul prezintă **vârfuri recurente**, care sunt asociate cu utilizarea echipamentelor de putere mare (ex. climatizare, încălzire electrică sau electrocasnice) în intervale definite de timp, în orele de vârf de utilizare rezidențială. Variațiile marcante sugerează o lipsă de uniformitate a cererii energetice, ceea ce poate cauza dificultăți în gestionarea echilibrului cerere-ofertă din rețea.

Tendențele descrescătoare ale vârfurilor de consum pe măsură ce se avansează în perioada analizată indica un comportament sezon, cel mai probabil legat de reducerea necesităților de încălzire sau răcire odată cu schimbarea anotimpurilor. În același timp, **frecvența ridicată a variațiilor sub 1000 Wh** evidențiază componente de consum bazal, asociate cu funcționarea continuă a echipamentelor esențiale sau standby (frigidere, iluminat, dispozitive electronice conectate în permanență).

Din punct de vedere operațional, analiza unui astfel de grafic contribuie la stabilirea strategiilor de optimizare a consumului în interiorul comunității de energie, cum ar fi implementarea unor **sisteme de management al cererii (Demand Side Management - DSM)**, care să distribuie consumul către intervalele de timp cu cerere mai redusă. De asemenea, datele indică necesitatea unei analize predictive pentru anticiparea cererii pe baza profilului de consum, esențială pentru adaptarea rețelelor inteligente și integrarea mai eficientă a surselor regenerabile de energie astfel încât comunitatea analizată să își maximizeze utilizarea energiei produse local.

Acest tipar de consum **indică o oportunitate clară pentru implementarea unor soluții avansate la nivel de comunitate**, cum ar fi optimizarea tarifelor dinamice sau **utilizarea stocării locale** pentru atenuarea variațiilor cererii. De asemenea, monitorizarea granulară a datelor este critică pentru ajustarea infrastructurii energetice la aceste comportamente dinamice de consum.

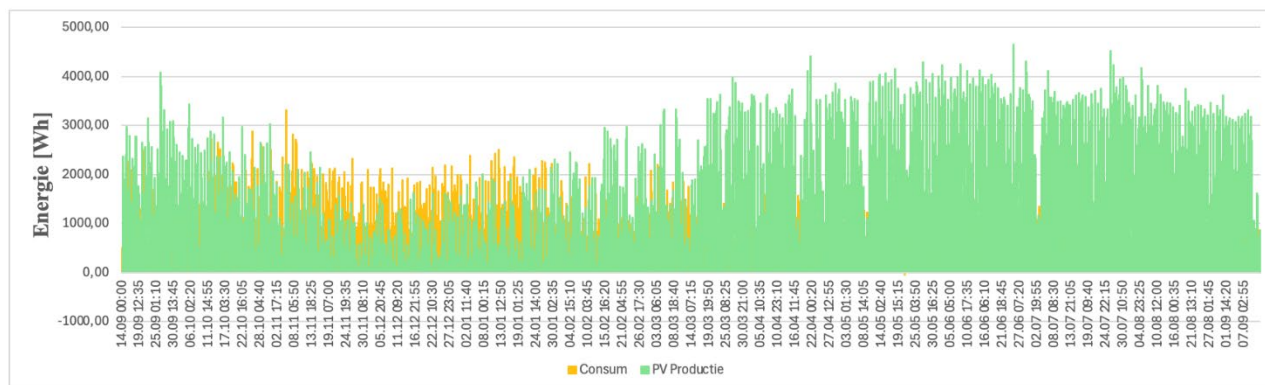


Figura 4 Analiza comparativă a producției și a consumului de energie electrică

În graficul prezentat, vezi Figura 4, fluxul energetic bidirecțional dintre prosumator și rețea este descris detaliat, utilizând o abordare temporală granulară pe parcursul unei zile. Segmentele evidențiate cu culoarea verde indică perioadele în care energia generată de sistemul fotovoltaic (PV) depășește consumul local, conducând la o injecție netă de energie în rețea. Acest surplus energetic, cuantificat la nivel de kilowatt-oră (kWh), este un rezultat al ratei ridicate de conversie fotovoltaică în intervalele cu iradiere solară optimă, corelate cu o cerere scăzută de consum local.

În contrast, zonele reprezentate cu galben descriu momentele în care cererea energetică a prosumatorului depășește capacitatea de generare PV, dar doar în timpul perioadei de producție fotovoltaică (adică atunci când sistemul este operațional). Aceste intervale sunt caracterizate de un necesar suplimentar de energie, fie din rețea, fie din surse auxiliare, pentru a echilibra balanța energetică. Interpretarea graficului este crucială pentru optimizarea fluxurilor de energie, dimensionarea adecvată a stocării bateriilor și gestionarea eficientă a resurselor regenerabile integrate.

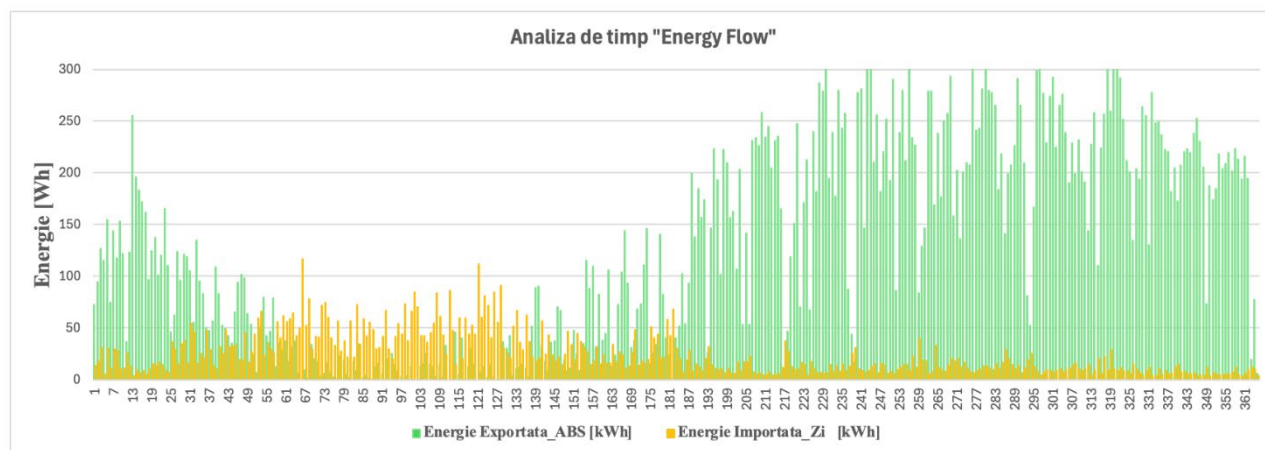


Figura 5 Analiza fluxului de energie dintre comunitate și rețea, în timpul zilei pe durata unui an calendaristic

În graficul prezentat, vezi Figura 5, fluxul energetic bidirecțional dintre prosumator și rețea este descris detaliat, utilizând o abordare temporală granulară pe parcursul unei zile. Segmentele evidențiate cu culoarea verde indică perioadele în care energia generată de sistemul fotovoltaic (PV) depășește consumul local, conducând la o injecție netă de energie în rețea. Acest surplus energetic, cuantificat la nivel de kilowatt-oră (kWh), este un rezultat al ratei ridicate de conversie fotovoltaică în intervalele cu iradiere solară optimă, corelate cu o cerere scăzută de consum local.

În contrast, zonele reprezentate cu galben descriu momentele în care cererea energetică a prosumatorului depășește capacitatea de generare PV, dar doar în timpul perioadei de producție fotovoltaică (adică atunci când sistemul este operațional). Aceste intervale sunt caracterizate de un necesar suplimentar de energie, fie din rețea, fie din surse auxiliare, pentru a echilibra balanța energetică. Interpretarea graficului este crucială pentru optimizarea fluxurilor de energie, dimensionarea adecvată a stocării bateriilor și gestionarea eficientă a resurselor regenerabile integrate.

Această discrepanță subliniază o tendință obișnuită în rândul prosumatorilor rezidențiali de a-și instala capacități de producție energetică semnificativ mai mari decât necesarul real de consum. Motivațiile din spatele acestei decizii includ dorința de maximizare a compensațiilor financiare obținute prin injectarea excedentului în rețea, lipsa unei analize adecvate a consumului propriu-zis, precum și supraestimarea potențialului de generare energetică în scenariile de autoconsum pur. Totodată, mulți prosumatori percep rețeaua electrică drept o "baterie" cu capacitate teoretic infinită, care poate stoca surplusul de energie și îl poate returna oricând este necesar. Această percepție este

eronată și nu se corelează cu realitățile operaționale ale rețelelor electrice.

Consecința directă a acestui fenomen este apariția unor dezechilibre semnificative în rețea, mai ales în intervalele orare cu iradiere solară maximă, când injecția de energie din partea prosumatorilor depășește capacitatea de absorbție locală a rețelei. În lipsa unor mecanisme eficiente de stocare sau a unei infrastructuri inteligente de redistribuire a energiei (smart grid), aceste surplusuri pot duce la supraîncărcarea rețelelor de distribuție, fluctuații de tensiune și chiar pierderi energetice suplimentare.

În concluzie, această tendință de supradimensionare a capacităților fotovoltaice în rândul prosumatorilor rezidențiali este o cauză majoră a instabilităților locale în rețelele electrice. Este imperativ ca strategiile de integrare a energiei produse din surse regenerabile să fie corelate cu măsuri precum implementarea stocării locale (baterii), tehnologii de management al cererii și adoptarea unor politici tarifare care să descurajeze injecția necontrolată de surplus în rețea. Doar astfel se poate atinge un echilibru sustenabil între producție și consum.

Metodologia de Analiză pentru o Comunitate Energetică formată din 10 Prosumatori din Județul Cluj

- Obiectivele analizei

Această metodologie descrie un cadru avansat pentru analiza energetică a unei comunități de 10 prosumatori, utilizând datele furnizate și formulele de calcul detaliate anterior. Scopul este de a evalua performanța energetică, gradul de independență energetică și eficiența utilizării resurselor regenerabile, precum și de a identifica oportunități pentru optimizare.

- Structura analizei

a. Prelucrarea datelor

Date de intrare: Date despre consum, producție PV, bilanț energetic, starea capacităților de stocare și fluxurile de energie cu rețeaua, măsurate și calculate la intervale de 5 minute. Organizarea datelor: Structurarea în intervale zilnice și lunare pentru o analiză temporală eficientă.

b. Calcularea parametrilor principali

- Consum total zilnic și lunar (masurat):

$$\mathbf{Consum_Total = \sum Consum_t}$$

- Producție PV totală (masurat)

$$\mathbf{PV_Total = \sum PV\ Productie_t}$$

Obs: analiza capacității fotovoltaice în raport cu cererea.

- Balanța energetică totală (calculat):

$$\mathbf{Balanta = PV\ Productie - Consum}$$

Obs: se identifică surplusurile sau deficitul de energie.

Import și export de energie:

$$\mathbf{Net_Import = Energie\ Importata - Energie\ Exportata}$$

Obs: acesta determină interacțiunea netă cu rețeaua.

Starea bateriei (SoC):

$$\mathbf{SoC_t+1 = SoC_t + \acute{I}nc\acute{a}rcare_t - Desc\acute{a}rcare_t}$$

Obs: evaluarea utilizării bateriilor pentru stocarea și distribuția energiei.

Gradul de independență energetică:

$$\mathbf{Independen\acute{t}a\ Energetic\acute{a} = ((PV\ Productie + Stocare\ Utilizat\acute{a}) / Consum\ Total) \times 100}$$

Obs: acesta reflectă procentul din cerere acoperit prin producția proprie.

Dependența de rețea:

$$\mathbf{Dependen\acute{t}a\ de\ Re\acute{t}ea = (Energie\ Importat\acute{a} / Consum\ Total) \times 100}$$

Obs: măsoară proporția consumului acoperit prin importuri.

Eficiența bateriei:

$$\mathbf{Eficien\acute{t}a\ Bateriei = (Energie\ Stocat\acute{a}\ Utilizat\acute{a} / Energie\ Excedentar\acute{a}\ Stocat\acute{a}) \times 100}$$

Obs: Evaluează cât de eficient sunt utilizate bateriile.

Zile	Energie Exportata_Zi [kWh]	Energie Exportata_A BS [kWh]	Energie Importata_Zi [kWh]	Energie Importata_Noap te [kWh]	Energie Importata_Total [kWh]	Energie Net	SoC Bateri e Net [kWh]
0,00	-72,30	72,30	14,17	48,10	62,27	-10,03	-10,03
1,00	-94,33	94,33	18,42	67,44	85,85	-8,47	-8,47

2,00	-126,97	126,97	30,92	50,47	81,39	-45,58	-45,58
3,00	-115,38	115,38	4,91	41,77	46,68	-68,69	-68,69
4,00	-154,61	154,61	29,92	38,80	68,73	-85,88	-85,88
5,00	-74,24	74,24	11,08	39,04	50,11	-24,12	-24,12
6,00	-144,08	144,08	29,57	35,48	65,04	-79,04	-79,04
7,00	-117,21	117,21	27,84	37,10	64,94	-52,27	-52,27

Tabel 1 Model rezultate in urma aplicării metodologiei propus

Planificarea și implementarea comunităților de energie necesită o analiză complexă care să combine aspecte tehnice și economice pentru a asigura fezabilitatea și sustenabilitatea proiectelor. În cazul comunităților energetice, precum cea formată din 10 prosumatori din județul Cluj, utilizarea unei metodologii avansate este esențială pentru a obține o imagine detaliată asupra fluxurilor energetice și pentru a proiecta capacități care să asigure un echilibru optim între producție, consum și interacțiunea cu rețeaua.

Analizele efectuate evidențiază faptul că *planificarea bazată exclusiv pe balanțe nete lunare sau anuale poate conduce la concluzii eronate*. Deși balanțele nete sugerează o eficiență aparentă a sistemelor PV atunci când producția planificată se apropie de consum (raport 1:1), granularitatea redusă a datelor nu surprinde dinamica zilnică, în special decuplarea curbei de producție PV de cea de consum. Acest fenomen duce la exporturi semnificative de energie în timpul zilei, ceea ce determină instabilități în rețea și subutilizarea infrastructurii existente.

Această situație subliniază necesitatea calculării balanțelor nete cu o granularitate temporală ridicată (de exemplu, intervale de 5 minute), *pentru a cuantifica în mod precis surplusurile și deficitul energetic în timpul unei zile*. Doar astfel pot fi identificate și implementate soluții tehnice, cum ar fi stocarea sau redistribuția consumului prin tehnologii de management al cererii în interiorul comunitatii sau catre comunitati aflate in imediata vecinatate.

Metodologia propusă, aplicată comunității de 10 prosumatori, presupune următoarele etape:

- Prelucrarea granulară a datelor: Organizarea și analiza fluxurilor de energie la intervale scurte (5 minute) pentru a evidenția comportamentul real al producției și consumului.
- Calcularea balanțelor energetice: Determinarea importurilor și exporturilor nete pe baza diferenței dintre producție și consum, inclusiv evaluarea stării de încărcare a bateriilor (SoC).
- Scenarii economice complexe: Integrarea parametrilor precum prețul spot al energiei, prețurile din Piața pentru Ziua Următoare (PZU) și prețurile din piața de echilibrare pentru a evalua impactul economic al fluxurilor nete.
- Simularea gradului de independență: Calcularea independenței energetice și a dependenței de rețea pentru fiecare prosumator, luând în considerare stocarea și interacțiunea cu rețeaua.

Analizele efectuate arată că planificarea corectă a capacităților fotovoltaice în interiorul comunitatilor trebuie să țină cont nu doar de balanțele nete anuale, ci și de dinamica zilnică a fluxurilor de energie. Tendința prosumatorilor de a instala capacități supradimensionate, percepând rețeaua ca pe o

„baterie” cu capacitate infinită, conduce la dezechilibre semnificative în rețea. Astfel de dezechilibre nu sunt sustenabile din punct de vedere operațional și economic, necesitând investiții suplimentare în infrastructură pentru echilibrare.

Recomandăm ca înainte de realizarea investițiilor:

1. Să se evalueze balanța netă cu granularitate fină pentru o proiecție realistă a fluxurilor de energie.
2. Să se elaboreze scenarii economice avansate care să includă variabilitatea prețurilor din piețele energetice.
3. Să se analizeze opțiuni pentru stocarea locală a energiei și implementarea soluțiilor de management al cererii pentru reducerea dependenței de rețea.

Prin utilizarea acestei metodologii, deciziile investiționale vor fi fundamentate pe analize tehnice și economice solide, asigurând sustenabilitatea pe termen lung a comunităților energetice.

7. Descriere BEMS – UTCN +senzorii achiziționați

Sistemele de monitorizare a consumului de energie în timp real, cum ar fi Building Energy Management Systems (BEMS), sunt esențiale pentru gestionarea eficientă a energiei în comunitățile energetice moderne. Aceste comunități, care promovează producția, consumul și schimbul de energie din surse regenerabile la nivel local, se confruntă cu provocări complexe în ceea ce privește echilibrarea cererii și ofertei, maximizarea utilizării resurselor regenerabile și reducerea pierderilor energetice.

Prin colectarea și analiza continuă a datelor despre consumul și producția de energie, sistemele de monitorizare în timp real permit comunităților să identifice rapid ineficiențele, să optimizeze utilizarea resurselor și să reducă costurile. În plus, aceste sisteme oferă transparență și informații accesibile tuturor părților implicate, inclusiv rezidenților, companiilor și administratorilor comunității. Această transparență este esențială pentru încurajarea comportamentului responsabil din punct de vedere energetic și pentru consolidarea încrederii în soluțiile sustenabile. Mai mult, integrarea unor sisteme precum BEMS sprijină tranziția către modele energetice descentralizate, în care prosumatorii (cei care produc și consumă energie) joacă un rol activ. Aceste sisteme facilitează răspunsul la cerere prin ajustarea consumului în funcție de disponibilitatea energiei produse și de condițiile pieței. Totodată, ele contribuie la creșterea eficienței globale a rețelei prin evitarea supraîncărcării acesteia și prin sprijinirea utilizării optime a energiei produse local.

În contextul în care politicile europene și globale încurajează tranziția energetică către surse regenerabile, monitorizarea consumului de energie în timp real devine un pilon esențial pentru atingerea obiectivelor de sustenabilitate, reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și consolidarea comunităților energetice reziliente. Aceste sisteme nu doar că facilitează utilizarea eficientă a resurselor, ci și creează un mediu propice pentru inovație și colaborare în cadrul comunităților.

BEMS- Sistem de Management al Energiei în Clădiri În prezent, un subiect de maximă importanță este dezvoltarea sustenabilă și menținerea nivelurilor de energie, având în vedere

prognoza conform căreia cererea globală de energie va crește cu aproape 2/3 până în anul 2035 [2]. Această creștere a cererii de energie generează, totodată, o expansiune a emisiilor de gaze cu efect de seră, exacerbând astfel provocările legate de gestionarea eficientă a consumului energetic. În acest context, conceptele de management al energiei și rețelele inteligente sunt esențiale pentru optimizarea cerințelor de energie și realizarea economiilor de energie, păstrând totodată confortul utilizatorilor. În mod special, Sistemele de Management al Clădirilor (BMS) sunt proiectate pentru a spori conștientizarea energetică, a gestiona distribuția și stocarea surselor regenerabile de energie (RES) și a contribui la reducerea cererii globale de energie. În prezent, BMS s-au orientat predominant spre dezvoltarea sistemelor de Management al Energiei în Clădiri (BEMS), cu scopul de a optimiza distribuirea energiei.

Un sistem de Management al Energiei în Clădiri (BEMS) este o tehnică avansată, multifuncțională, destinată monitorizării și controlului echilibrului energetic al unei clădiri [3]. Obiectivul principal al unui BEMS este de a accesa și menține un profil energetic adecvat pentru fiecare clădire, fără a fi necesar să se introducă parametri detaliați pentru toate echipamentele electrice și informațiile structurale ale clădirii. Mai mult, un BEMS trebuie să reducă cantitatea de energie consumată, fără a compromite nivelul de confort al locatarilor (termo-visual), printr-un proces de optimizare care integrează un sistem pasiv de încălzire și răcire.

Pentru a gestiona energia consumată într-o clădire, este necesar un sistem care să monitorizeze consumul de energie al facilităților. Monitorizarea sarcinii este un aspect esențial al managementului energetic într-un BEMS. Dispozitivele de măsurare sunt toate dispozitivele utilizate pentru a măsura sarcina energetică a clădirii selectate. Există mai multe tipuri de dispozitive de monitorizare a sarcinii, cum ar fi senzori de curent, senzori de tensiune, contoare inteligente, prize inteligente, contoare de flux, detectoare de energie și transductoare de calitate a energiei[4]. În plus, prizele inteligente pot măsura și monitoriza sarcina distinctă a unui dispozitiv. Există multe tipuri comerciale de prize inteligente utilizate [4]. Cel mai comun dispozitiv utilizat pentru măsurarea sarcinii este un contor inteligent. Un contor inteligent este un dispozitiv folosit pentru a colecta date de la aparatele casnice ale utilizatorilor finali și pentru a monitoriza consumul de energie [4]. Gestionarea unui serviciu de infrastructură de măsurare avansată (AMI) poate sprijini furnizarea de date în timp real referitoare la puterea electrică [4]. Monitorizarea energiei este esențială, deoarece economisirea energiei reprezintă obiectivul fundamental al unui BEMS bazat pe IoE. Managementul energiei se referă la echilibrarea consumului de energie al clădirii prin utilizarea unor metode de luare a deciziilor pe baza mai multor atribute, asemenea celor propuse în [5] BEMS-urile moderne sunt bazate pe eficiența și efectivitatea datelor și informațiilor de înaltă calitate. Obiectivul principal al transportului acestor date și informații este de a menține interoperabilitatea diferitelor tehnologii și subsisteme de automatizare a clădirilor (BAS) care formează sistemul global, asigurând totodată compatibilitatea transportului datelor și informațiilor pe o bază continuă. În plus, interoperabilitatea trebuie să fie asigurată deasupra stivelor de protocoale, la nivelul informațiilor [6]. Integrarea exclusivă a resurselor, informațiilor contextuale, datelor brute și funcționalităților sistemelor trebuie să fie îmbogățită cu semantica, pentru a asigura un control dinamic al BAS. Având în vedere aceste cerințe, tehnologia cea mai adecvată este utilizarea modelelor ontologice pentru a reprezenta cunoștințele asociate și utilizarea mecanismelor de raționament pentru a deduce noi cunoștințe [6].

Complexul Studentesc Mărăști

Complexul Studentesc Mărăști, pilotul din cadrul proiectului european RENplusHOMES, este format din trei corpuri de clădire: Căminul 1F, Căminul 2B și Cantina Restaurant. În cadrul clădirii care adăpostește cantina restaurant, se regăsesc și spații tehnice și administrative, cum ar fi ateliere de reparații și alte activități necesare întreținerii:

B09 – Căminul studentesc 1F;

B10 – Căminul studentesc 2B;

B11 – Cantina Restaurant.

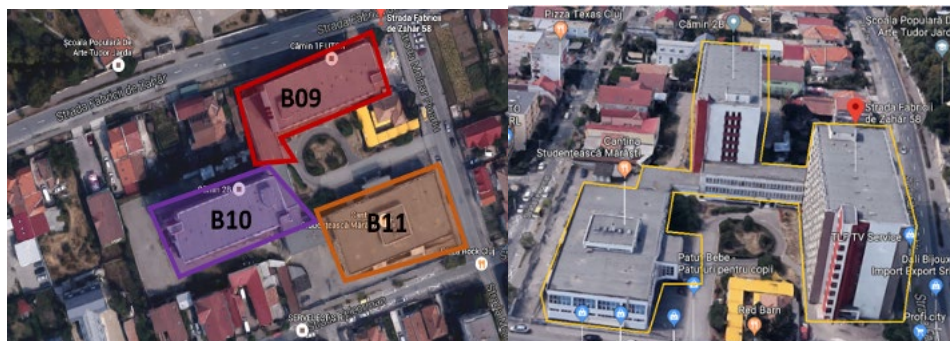


Figura 6 Tested buildings from Marasti Student Campus

Activitățile derulate în aceste clădiri sunt în principal specifice domeniului HORECA, oferind spații de cazare și de servire a mesei pentru studenți, personal didactic și de cercetare, precum și pentru doctoranzii cazați în unitate. Clădirea include cele două cămine și cantina restaurant, așa cum au fost descrise anterior.

Ocupanții complexului sunt, în mare parte, studenți, dar există și un număr mai mic de doctoranzi sau personal didactic și de cercetare. Gradul de ocupare rămâne aproape constant pe parcursul anului universitar, între octombrie și iulie, în funcție de disponibilitatea locurilor de cazare. Totuși, există variații semnificative în perioadele de sesiune și vacanțe, când ocupanții aleg să elibereze camerele. În alte perioade, nu poate fi determinat un grad precis de ocupare, având în vedere numărul mare de studenți cazați și diversitatea activităților desfășurate, influențate de anul de studiu, specializările acestora, orar și activitățile de cercetare.

Din punct de vedere energetic, clădirea este alimentată cu energie electrică și gaz metan. Alimentarea cu energie electrică se realizează la Joasă Tensiune, printr-un bransament trifazat propriu. Măsurarea consumului de energie electrică se efectuează printr-un grup de măsură semidirect, utilizând transformatori de curenți și măsurători directe pentru tensiune, având posibilitatea de a înregistra curba de sarcină. Energia electrică la cantina restaurant este utilizată, în principal, pentru funcționarea echipamentelor electrice, precum plite, grătare, pompe pentru apă caldă și rece, instalații frigorifice pentru camerele frigorifice, ventilatoare pentru extragerea aerului viciat din bucătării, cuptoare electrice, iluminat interior și exterior etc. În spațiile de cazare din cele două unități, energia electrică este consumată pentru asigurarea confortului: iluminat interior și exterior, pompe de recirculare a agentului termic pe perioada rece, pompe de recirculare a apei calde menajere, echipamente pentru activități didactice și de divertisment, cum ar fi laptopuri, calculatoare,

imprimante, iluminat de birou, precum și pentru asigurarea altor condiții de confort: plite electrice, mașini de spălat, uscătoare de haine, frigider, cuptoare cu microunde, televizoare, ventilatoare etc. De asemenea, sunt alimentate și activitățile administrative din ateliere și birouri.

Gazul metan este utilizat în principal pentru două scopuri: prepararea agentului termic pentru încălzirea clădirii în perioada rece a anului și pentru producerea apei calde menajere.

Astfel, se pot distinge trei tipuri de consum de energie în clădirile complexului Mărăști: consumul pentru asigurarea condițiilor de confort (încălzire în perioada rece a anului, iluminat, apă caldă menajeră), consumul pentru activitățile de cazare a studenților și consumul necesar pentru prepararea mâncărilor la restaurantul cantină.

Pentru integrarea grupului de clădiri în proiectul pilot, a fost implementat un sistem de monitorizare a principalilor consumatori de energie electrică (la nivelul căminelor 1F și 2B și al centralei termice), de tip BMS. Acest sistem include două componente principale: hardware (calculator, monitor, reductori de curent, analizoare de rețea, protocoale de comunicație) și software, care integrează datele măsurate pe un calculator și oferă interfața utilizatorului cu aceste date. Sistemul de monitorizare BMS este interconectat cu celelalte componente ale conceptului de Demand Response, detaliate corespunzător în capitolul dedicat acestora.

În Complexul Studențesc Mărăști iluminatul reprezintă majoritatea receptorilor inventariați. Categoriile de consumatori de energie electrică identificate includ iluminatul și consumatorii specifici. În acest grup de clădiri, echipamentele electrice HVAC sunt aproape inexistente, întrucât încăperile nu dispun de ventilație sau aer condiționat. Singura componentă HVAC existentă este sistemul de încălzire a spațiilor.

Complexul Studențesc Mărăști				
Echipeamente electrice	Locație	Puterea nominală totală (kW)	Număr (bucăți)	Categorie consumator
Iluminat	Campus Mărăști	113,2	2442	Iluminat
Unități calculatoare - PC și echipamente auxiliare	Campus Mărăști	354,9	1770	Specific
Pompe electrice cazane agent termic	Campus Mărăști	37,5	13	HVAC
Camera frigorifică	Campus Mărăști	-	-	Specific
Ateliere tâmplărie - echipamente aferente	Campus Mărăști	41,8	-	Specific
Mașini de spălat	Campus Mărăști	60	40	Specific
Plite electrice	Campus Mărăști	240	40	Specific
Frigidere	Campus Mărăști	116,5	438	Specific
Mașină de spălat vase cantină	Campus Mărăști	-	-	Specific
TOTAL		963,9	-	-

Tabel 2 Lista echipamentelor electrice inventariate la Complexul Studențesc Mărăști

Campusul Mărăști				
Echipeamente electrice	Locație	Puterea nominală totală (kW)	Ore de funcționare	Energia estimată
			(ore/an)	(MWh/an)
Iluminat	Campus Mărăști	113,2	960	108,7
Unități calculatoare - PC și echipamente auxiliare	Campus Mărăști	354,9	1000	177,5

Pompe electrice cazane agent termic	Campus Mărăști	37,5	3650	109,5
Camera frigorifică	Campus Mărăști	-	-	-
Ateliere tâmplărie - echipamente aferente	Campus Mărăști	41,8	-	-
Mașini de spălat	Campus Mărăști	60	1000	48,0
Plite electrice	Campus Mărăști	240	500	60,0
Frigidere	Campus Mărăști	116,5	8760	102,1
Mașină de spalat vase cantină	Campus Mărăști	-	-	-
TOTAL Estimat				605,7

Tabel 3 Defalcarea consumatorilor de energie electrică în grupul de clădiri de la Complexul

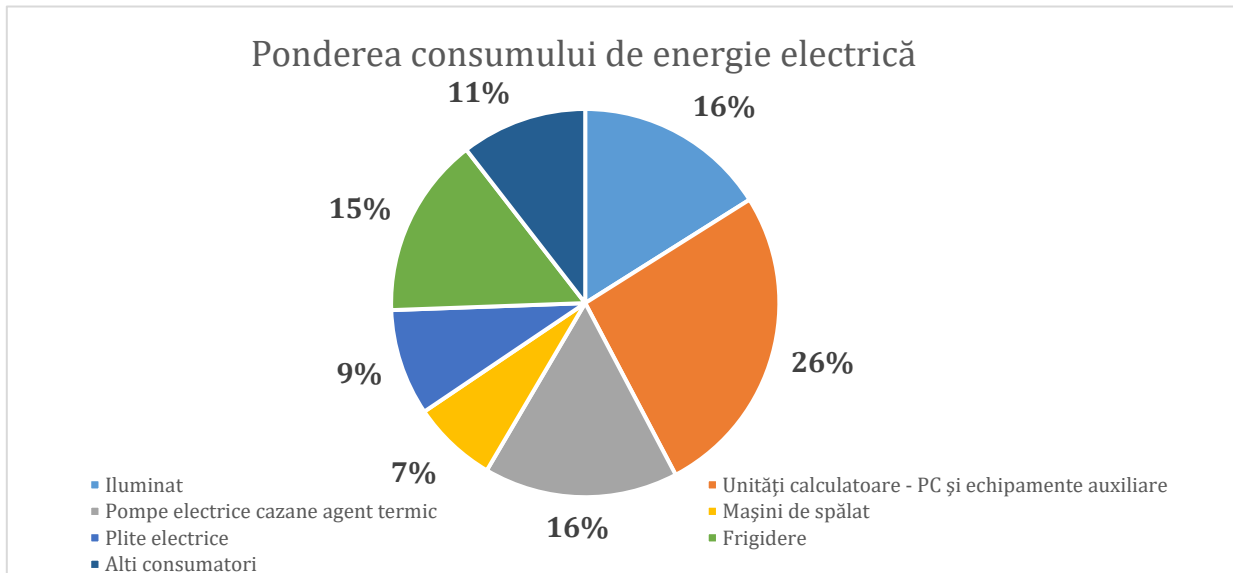


Figura 7 Prezentarea grafică a defalcării consumatorilor de energie electrică de la Complexul Studențesc Mărăști

În final, la Campusul Mărăști se identifică trei mari categorii de consumatori: Căminul 1F, Căminul 2B și Restaurantul Cantină. Ponderea cea mai mare a consumului de energie provine de la cele două cămine. În plus, campusul include un atelier de mentenanță și reparații, precum și centrala termică. Detaliat, cea mai mare pondere a consumului energetic se regăsește în utilizarea energiei electrice pentru echipamentele informatice (calculatoare - PC), iluminatul interior și exterior, precum și pompele care recirculă agentul termic pe perioada rece. Eroarea de închidere a bilanțului este mai mare în această locație, întrucât procentul de consum include și consumul aferent cantinei restaurant și atelierului de întreținere.

La nivelul Căminelor din campusul Mărăști, a fost implementat un Sistem de Monitorizare, Gestiune și Control al Consumurilor de Energie Electrică BEMS, destinat clădirilor Universității Tehnice din Cluj-Napoca, care oferă următoarele facilități:

- Monitorizare, înregistrare și transmitere de date la distanță;
- Alertare în caz de depășire a limitelor impuse de consum;
- Crearea de drepturi de utilizare diferențiate pentru un număr limitat de utilizatori;
- Generarea de rapoarte la cerere;

- Crearea de grafice de consum energetic;
- Evaluarea și analiza trendurilor de consum energetic;
- Arhivarea informațiilor privind consumurile și alertele pe perioadă îndelungată;
- Export de date în formate Excel pentru prelucrări diferite și/sau ulterioare;
- Depistarea punctelor vulnerabile și implementarea altor funcții necesare evaluărilor.

Rezultatele sunt colectate sub interfața digitală prezentată în Figura 8:

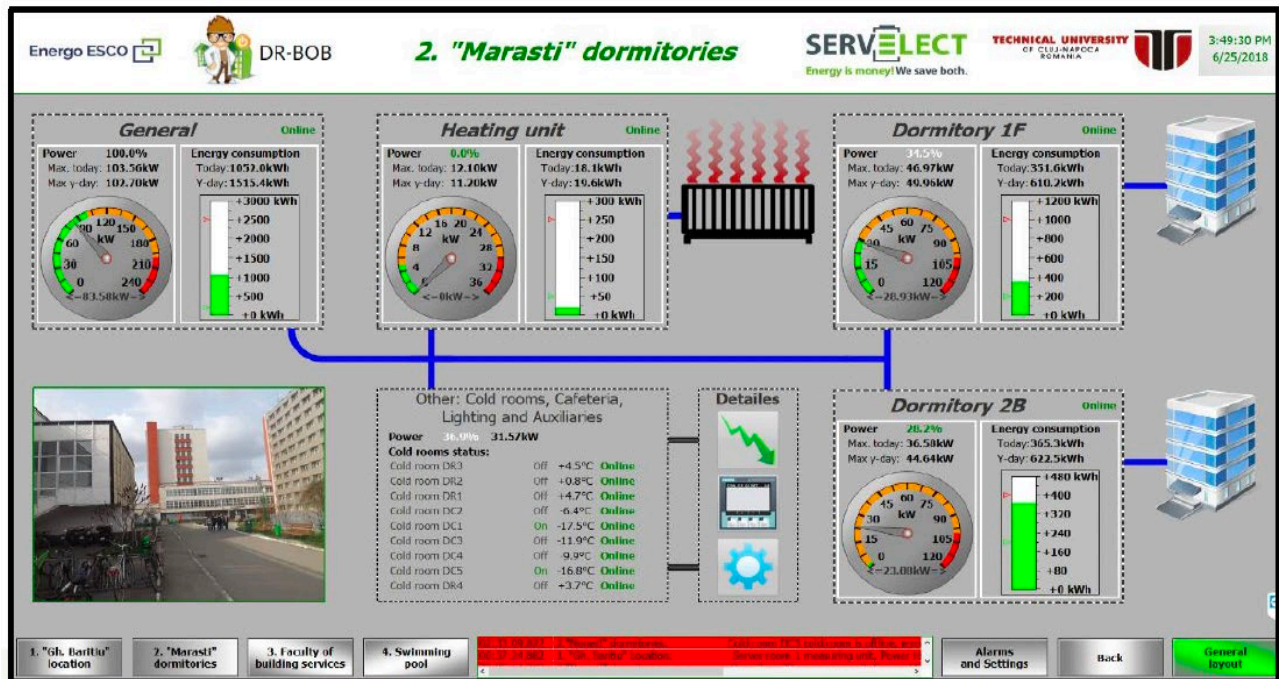




Figura 8- Interfața BEMS Cămine Mărăști

Echipamentele utilizate sunt descrise în tabelul :

Nr. crt.	Nivel sistem	Denumire echipament	Cod	Locație	Cant.
1	Nivel 1: instrumentație de câmp	Analizor de energie SENTRON PAC 3100	7KM3133-0BA00-3AA0	Primul nivel al căminului 1F (B09)	1 buc.
2		Analizor de energie SENTRON PAC 3100	7KM3133-0BA00-3AA0	Primul nivel al căminului 2B (B10)	1 buc.
3		  2. "Marasti" dormitories			
4		Analizor de energie SENTRON PAC 3100	7KM3133-0BA00-3AA0	La nivelul întregului campus Mărăști	1 buc.
5		Analizor de energie SENTRON PAC 3100	7KM3133-0BA00-3AA0	Centrala termica	1 buc.
8	Nivel 2: stații automat izare și rețea date	PLC SIMATIC S7-1200	6ES7214-1HG40-0XB0	Centrala termica	1 buc.
9		Modul comunicație CM 1241 RS422/485	6ES7241-1CH32-0XB0	Centrala termica	22buc.
10	3: Stație Master-nivel central	Stație server (master)	OEM-I3-PC	Nod comunicație	1 buc.
11	Nivel Stație Master-nivel central	TV	40HL5300F	Hol intrare camine	1 buc.

1. Analizor de energie SENTRON PAC 3100 (Cod: 7KM3133-0BA00-3AA0)

Descriere și rol:

Acest analizor este utilizat pentru măsurarea și monitorizarea parametrilor energetici precum tensiunea, curentul și consumul de energie electrică. Este destinat pentru optimizarea consumului de energie și identificarea posibilelor pierderi în cladirile din patrimoniul Universitatii Tehnice din Cluj-Napoca. Analizorul este instalat în tablourile generale ale cladirilor monitorizat utilizand metoda masurii indirecte prin traductori de curent.

2. PLC SIMATIC S7-1200 (Cod: 6ES7214-1HG40-0XB0)

Descriere și rol:

Controlerul logic programabil (PLC) SIMATIC S7-1200 este o componentă centrală a sistemului de monitorizare a consumului de energie electrica din cadrul UTCN. Acesta gestionează comunicațiile și controlul echipamentelor de masura din teren, fiind esențial pentru coordonarea funcționării sistemului de monitorizare energetică. În acest sistem, permite interfațarea analizorilor de energie cu rețeaua centrală, contribuind la centralizarea datelor.

3. Modul de comunicație CM 1241 RS422/485 (Cod: 6ES7241-1CH32-0XB0)

Descriere și rol:

Acest modul permite conectarea controlerului PLC la alte echipamente utilizând protocoale de comunicație serială RS422/485. Este esențial pentru transmiterea datelor între analizorii de energie

și PLC-uri. În această implementare, suportă interconectarea a până la 22 de echipamente, facilitând un flux de informații eficient.

4. Stație server (master) (Cod: OEM-13-PC)

Descriere și rol:

Stația server funcționează ca nod central de comunicație pentru întregul sistem. Aceasta colectează, procesează și stochează datele provenite de la toate echipamentele conectate. Serverul permite accesul utilizatorilor la informații în timp real și generează rapoarte privind consumul energetic.

5. TV (Cod: 40HL5300F)

Descriere și rol:

Acest televizor este utilizat pentru afișarea informațiilor legate de consumul energetic în zone publice. Este amplasat în holul de intrare al căminelor pentru a oferi studenților și personalului informații vizuale în timp real despre consumul de energie, promovând conștientizarea și economisirea.

În cadrul acestui proiect au fost achiziționați senzori și echipamente pentru îmbunătățirea sistemului BEMS existent la Căminele Studențești, pentru a se putea realiza integrarea surselor de energie regenerabilă instalate deja în cadrul proiectului RENplusHOMES, peretele Geotermal sau care urmează a fi instalate, sistemul de panouri fotovoltaice integrate în clădire.

8. Concluzii

A. Transformarea Comunităților în Energie: Implicații Tehnologice și Economice

Analiza detaliată a comunităților de energie subliniază importanța unei metodologii avansate pentru evaluarea fluxurilor energetice, utilizând granularitate temporală ridicată. Intervalele scurte de analiză (ex. 5 minute) permit identificarea precisă a surplusurilor și deficitelor energetice zilnice, aspecte care nu sunt vizibile în balanțele nete lunare sau anuale. Această abordare devine critică pentru optimizarea capacităților de producție și stocare, reducând astfel impactul fluctuațiilor asupra stabilității rețelei electrice. Prin această analiză granulară, comunitățile de energie pot evita problemele legate de injecțiile excesive de energie în rețea și pot implementa soluții scalabile, eficiente și sustenabile.

B. Tendințe și Provocări Tehnologice în Comunitățile de Energie

O problemă recurentă este tendința prosumatorilor de a supradimensiona capacitățile fotovoltaice, ceea ce reflectă atât o încercare de a maximiza veniturile din injecțiile de energie în rețea, cât și o percepție greșită privind capacitatea rețelei de a funcționa ca o „baterie infinită.” Această practică generează dezechilibre majore, în special în intervalele de producție maximă, și poate duce la instabilități în rețea. Analiza sugerează necesitatea unor politici tarifare inteligente și a unui management activ al fluxurilor de energie, pentru a descuraja astfel de comportamente și pentru a stimula autoconsumul.

Gradul de adopție a tehnologiilor avansate, precum contorizarea inteligentă (smart metering), rămâne un factor determinant al succesului unei comunități de energie. Comunitățile care adoptă aceste tehnologii sunt mai bine echipate pentru a monitoriza, gestiona și optimiza fluxurile energetice. În comunitățile cu un grad redus de digitalizare, implementarea smart metering-ului trebuie prioritizată pentru a asigura o tranziție eficientă către modele sustenabile bazate pe resurse regenerabile.

C. Integrarea cu Rețeaua: Soluții și Impact

Interacțiunea comunităților de energie cu rețeaua electrică evidențiază nevoia de infrastructuri avansate capabile să gestioneze fluxurile bidirecționale de energie. Fenomenul de supraproducție din timpul zilei, determinat de decuplarea curbelor de producție și consum, subliniază importanța mecanismelor de stocare locală și a piețelor energetice dinamice (PZU, piața de echilibrare). Integrarea soluțiilor de stocare și a tehnologiilor de răspuns la cerere poate diminua presiunea asupra rețelei și poate îmbunătăți eficiența energetică la nivel local.

D. Rolul Sistemelor BEMS în Transformarea Comunităților

Implementarea unui Sistem de Monitorizare, Gestiune și Control al Consumurilor de Energie Electrică (BEMS) în campusul Măraști reprezintă un exemplu concret al beneficiilor aduse de adoptarea infrastructurilor inteligente. Prin utilizarea BEMS, consumul energetic poate fi monitorizat în timp real, iar deciziile informate privind optimizarea resurselor și implementarea surselor regenerabile devin mai accesibile. BEMS nu doar reduce dependența de rețea, ci creează baza pentru transformarea comunităților în ecosisteme energetice reziliente și sustenabile. În plus, ajustarea consumului în funcție de momentele de vârf contribuie la reducerea costurilor și la creșterea stabilității rețelei.

E. Recomandări pentru Dezvoltarea Comunităților de Energie

Pe baza rezultatelor analizelor, următoarele recomandări sunt esențiale pentru implementarea și optimizarea comunităților de energie:

- **Scenarii economice avansate:** Integrarea prețurilor spot, PZU și a costurilor din piața de echilibrare în modele economice pentru a reflecta realitatea pieței energetice.
- **Balanțe nete cu granularitate ridicată:** Evaluarea fluxurilor de energie la intervale scurte pentru dimensionarea corectă a investițiilor în producție și stocare.
- **Politici tarifare progresive:** Stimularea autoconsumului și descurajarea injectării necontrolate a surplusurilor în rețea.
- **Stocare locală și distribuție optimizată:** Reducerea vârfurilor de producție prin utilizarea tehnologiilor avansate de stocare.
- **Coordonarea între prosumatori:** Dezvoltarea unor mecanisme colaborative pentru utilizarea optimă a resurselor comune.

Concluzie Generală

Integrarea tehnologiilor avansate și adoptarea unor practici bazate pe analize detaliate sunt fundamentale pentru dezvoltarea sustenabilă a comunităților de energie. În contextul campusului Mărăști, implementarea BEMS a demonstrat cum infrastructurile inteligente pot transforma un spațiu convențional într-un exemplu de bună practică pentru independența energetică. Acest model poate fi replicat la nivel național pentru a sprijini tranziția către un viitor energetic mai curat, mai eficient și mai rezilient.

Bibliografie

- [1] Sophia Welch, Esther Obonyo, Ali M. Memari, A review of the previous and current challenges of passive house retrofits, *Building and Environment*, Volume 245, 2023, 110938, ISSN 0360-1323, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110938>.
- [2] Sophia Welch, Esther Obonyo, Ali M. Memari, A review of the previous and current challenges of passive house retrofits, *Building and Environment*, Volume 245, 2023, 110938, ISSN 0360-1323, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110938>.
- [3] Newell, R.G., Qian, Y., Raimi, D.: *Global energy outlook 2015*. Tech. rep., National Bureau of Economic Research (2016)
- [4] Marszal, A.J., Heiselberg, P., Bourrelle, J.S., Musall, E., Voss, K., Sartori, I., Napolitano, A.: Zero energy building—a review of definitions and calculation methodologies. *Energy and buildings* 43(4), 971–979 (2011) Giacomini, G., Gunduz, D., Poor, H.V.: Smart meter privacy with renewable energy and an energy storage device. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security* (2016)
- [5] Dimara, A., Timplalexis, C., Krinidis, S., Arvanitis, K., Tzovaras, D.: Energy consumption in public buildings—a survey in Greece. In: *2020 5th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech)*. pp. 1–6. IEEE (2020)
- [6] Schachinger, D., Kastner, W.: Semantics for smart control of building automation. In: *2016 IEEE 25th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE)*. pp. 1073–1078. IEEE (2016)

Raport publicații

În cadrul acestei etape a proiectului s-au publicat două articole, prezentate la conferințe internaționale și publicate în baze de date indexate de prestigiu.

Prezenta secțiune prezintă succint rezumatul celor două lucrări publicate.

1. Prototip pentru aplicații de telemedicină în cadrul caselor pozitiv energetice pentru îmbunătățirea accesibilității la îngrijirea medicală.

Autori: Roxana -Valentina Briscan, Ciprian Forț, Simona Vlad, Denisa Șteț

Conferința: 9th International Conference on Advancements of Medicine and Health Care through Technology – MediTech 2024.

Locația: Cluj-Napoca, România

Perioada: 30 Septembrie -2 Octombrie 2024

În curs de publicare: IFMBE Proceedings Series - MediTech 2024

Cu toate că tehnologia este în continuă dezvoltare, telemedicina încă nu este utilizată la întreaga sa capacitate într-un mediu pozitiv din punct de vedere energetic (*Positive home environment*). În această perioadă în care focusul umanității este tot mai mult pe dezvoltarea unor medii energetice pozitive și sustenabile, integrarea telemedicinii într-un mediu pozitiv îmbunătățește sănătatea fizică, stabilitatea emoțională, bunăstarea mentală și calitatea vieții în general. În prezent, mulți pacienți nu dispun de echipamente destinate monitorizării stării de sănătate din confortul propriei case. Pentru a rezolva această problemă, autorii acestui articol au propus dezvoltarea unui prototip mic și de cost redus de Electromiograf portabil cu electrozi de suprafață. Dispozitivul este special conceput pentru pacienții diagnosticați cu Miastenia Gravis. Scopul acestui dispozitiv este de a spori confortul pacienților și de a reduce energia, timpul și costurile asociate vizitelor regulate la medicii specialiști. Un alt beneficiu al dispozitivului este că oferă medicilor acces ușor la datele în timp real trimise de pacient.

Conform rezultatelor, Prototipul EMG realizat, pe lângă faptul că se concentrează pe monitorizarea semnalului EMG, îmbunătățește și calitatea și confortul vieții pacienților. Având un preț scăzut, este mai accesibil și, datorită măsurătorilor valide, acest dispozitiv satisface nevoile pacienților, comparativ cu alte echipamente deja existente pe piață. Totuși, dispozitivul prezintă diverse limitări, cum ar fi posibile întrebări legate de calitatea valorilor măsurate în timpul mișcărilor corpului și restricția modulului HM-10 în ceea ce privește transmiterea datelor la mai mult de 100 [m], dar ca dezvoltare viitoare, soluționarea acestor limitări va fi prioritară. În această privință, studiile viitoare se pot concentra pe îmbunătățirea dispozitivului prin: (i) creșterea rezistenței și portabilității acestuia, (ii) asigurarea compatibilității cu o aplicație integrată capabilă să monitorizeze, să salveze datele, să afișeze mesaje de avertizare și să transmită datele către profesioniști prin Wi-Fi și (iii) adaptarea acestuia pentru monitorizarea altor tipuri de afecțiuni.

Având astfel ca reper de pornire, conectarea caselor pozitive d.p.d.v.energetic cu telemedicina, putem crea un mediu de viață sustenabil, eficient și care promovează sănătatea, valorificând cele mai bune aspecte ale ambelor lumi. Această integrare nu doar că susține sănătatea și bunăstarea rezidenților, dar contribuie și la un sistem de sănătate mai sustenabil și rezilient.

Dispozitivul mobil de tip smartwatch achiziționat în cadrul acestei etape permite monitorizarea continuă a pacienților, rezultatele putând fi comparate cu cele colectate de la dispozitivul EMG.

2. Viitor Sostenabil într-un Campus Universitar: O Analiză Cuprinzătoare a Emisiilor de CO₂ și un Plan de Acțiune

Autori: Timea Farkas, Andrei Ceclan, Levente Czumbil, Dan D. Micu

Conferința: 7th International Conference on Smart Energy Systems and Technologies, SEST 2024

Locația: Torino, Italia

Perioada: 10-12 Septembrie 2024

Link articol publicat: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10694227>

Lucrarea abordează necesitatea urgentă de acțiune climatică, în conformitate cu Obiectivele de Dezvoltare Durabilă și cu ambițiile Net Zero stabilite de orașele europene. Concentrați pe mediul universităților din România, este dezvoltată o metodologie pentru cuantificarea emisiilor de CO₂ în în facilitățile campusului, punând astfel bazele unui viitor climatic neutru. Studiul efectuează analize ale energiei și emisiilor, identifică zonele cu consum ridicat și propune un plan de acțiune pentru decarbonizare, personalizat, alături de o abordare cu multiple beneficii, vizând reducerea emisiilor cu 60% până în 2030. Prin punerea în legătură a cuantificării emisiilor cu strategii de acțiune, lucrarea evidențiază rolul important al instituțiilor educaționale în promovarea sustenabilității și în alinierea cu agendele orașelor locale Net Zero.

Un plan de neutralitate climatică pentru o instituție educațională reprezintă un angajament esențial pentru un viitor durabil, fiind o inițiativă dinamică, adaptabilă la dezvoltările tehnologice și la noile practici. Implicarea activă a comunității campusului în eforturile de sustenabilitate este un pilon fundamental al acestui plan, care are ca scop reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și promovarea unei culturi a sustenabilității la nivelul întregului campus.

Implementarea unei metodologii pentru estimarea emisiilor de gaze cu efect de seră în campus este esențială pentru un monitorizare de mediu precisă, deoarece permite instituției educaționale să aplice principii de raportare precum relevanța, completitudinea, consistența, transparența și acuratețea, facilitând identificarea și implementarea unor strategii eficiente de reducere a emisiilor.

Studiul de față a identificat, pe baza datelor bazate pe dovezi, necesitatea unei abordări integrative și furnizează în continuare informații valoroase cu privire la aplicabilitatea unei metodologii cuprinzătoare pentru evaluarea emisiilor Scop 1 și Scop 2, pentru a oferi un plan de acțiune personalizat pentru neutralitatea carbonică a campusului, asociat cu multiple beneficii pentru comunitate.

Pe baza fundamentului stabilit în articolul de față, acțiunile viitoare vor aborda o evaluare detaliată a emisiilor de CO₂ rezultate din activitățile desfășurate în campus, va fi dezvoltată o strategie de implementare cu măsuri tehnice mai personalizate. Fezabilitatea tehnico-economică a acestor soluții va fi abordată și prin monetizarea aspectelor beneficiilor multiple. Strategia va asigura o reducere treptată, ca impact pe termen lung, în direcția neutralității climatice pentru campusul universitar

Raport deplasare externă la Institutul Catalan de Tehnologia Construcțiilor (The Catalonia Institute of Construction Technology) Barcelona, Spania

În perioada 4- 8 decembrie, doi dintre membri proiectului, Mihaela Crețu și Dan Doru Micu au efectuat o deplasare la Institutul Catalan de Tehnologia Construcțiilor (ITeC) din Barcelona, Spania, care sunt și partenerii noștri în proiectul european RENplusHOMES.

Scopul vizitei a fost de a îmbunătăți sistemul BEMS achiziționat prin includerea funcțiilor API, adaptarea diverselor aspecte tehnice ale produselor software dezvoltate de companie în sectorul Case Pozitive Energetic și modul cum acestea ar putea fi adaptate și integrate la sistemul existent la pilotul UTCN.

S-a testat sistemul API pe care ei îl au deja dezvoltat pe sistemul de date de consum energetic înregistrate de către sistemul BEMS instalat la Căminele Mărăști.

În final, s-au pus bazele unei colaborări viitoare prin publicarea de articole în colaborare, pentru a atinge indicii de diseminare și comunicare, atât din cadrul proiectului european RENplusHOMES cât și pentru proiectul de premieră 52PHE.